

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY

S-E-C-R-E-T

50X1-HUM

REPORT

DATE DISTR. 19 October 1959

NO. PAGES 1

REFERENCES RD 50X1-HUM

PLACE &
DATE ACQ.

SOURCE EVALUATIONS ARE DEFINITIVE. APPRAISAL OF CONTENT IS TENTATIVE.

Soviet publications

50X1-HUM

- a. Soobshcheniya k Byurakanskoj Observatorii (Report of the Burakan Observatory), published by the Armenian Academy of Sciences, Yerevan, Vol. XXIV, 1958.
- b. Tekhnicheskoye Opisanie i Instruksiya po Eksploatatsii Fotograficheskoy Kamery C-180 i Spektralnoy Kamery C-180-S (Technical Description and Instruction on the Use of the Photographic Camera C-180 and the Spectrum Camera C-180-S); no author, publisher, or date given.
- c. Pylevye Sledy Bolidov (Dust Trails of Bolides), by I.S. Astapovich, reprinted from Uchenye Zapiski Turkmenskogo Gosudarstvennogo Universiteta im. A.M. Gorkogo, VI, 1956.
- d. On Hydrogen Emission in the Night Glow, by I.S. Shklovskiy; 1958; in English.
- e. The First Results of Investigations of Auroras on the Spectrum Camera C-180-S During the IGY, by L.S. Yevlashin; 1958; in English.
- f. A Discovery of Corpuscular Fluxes by Means of the Third Sputnik (Summary), by V.I. Krasovskiy, Yu. M. Kushnir, G.A. Bordova, G.F. Zakharov, and E.M. Svetlitskiy; no date given; in English.
- g. Synchronous Aurora Registration by All Sky Camera C-180° and Patrol Spectrograph C-180°-S (sic), by A.I. Lebedinskiy; no date given; in English.
- h. On the Reasons of Various Abundances of Hydrogen in Planets (sic), by A. I. Lebedinskiy; no date given; in English.

Distribution of Attachments:

OSI: (Atts.a and b previously disseminated). (sent direct)

50X1-HUM

50X1-HUM

S-E-C-R-E-T

50X1-HUM

STATE	X	ARMY	X	NAVY	X	AIR	X	FBI		AEC					
-------	---	------	---	------	---	-----	---	-----	--	-----	--	--	--	--	--

(Note: Washington distribution indicated by "X"; Field distribution by "#".)

INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

и инструкция по эксплуатации
фотографической камеры C-180
и спектральной камеры C-180-S

STAT



ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

и инструкция по эксплуатации
фотографической камеры С-180
и спектральной камеры С-180-С

В программе Международного геофизического года большое место занимает изучение полярных сияний. Арктика и значительная часть Антарктики покрыты сетью станций, фотографирующих весь небосвод в одни и те же моменты времени. Многие из этих станций стоят друг от друга на расстоянии 100-500 км и расположены так, что при благоприятных атмосферных условиях на двух-трех станциях будут получаться фотографии одних и тех же сияний, фиксирующие их пространственное расположение.

Одновременно с фотосъемкой полярных сияний на ряде станций будут проводиться спектрографирование, наблюдение радиолокационных отражений от сияний, фотографическое измерение яркостей и некоторые другие, более специальные исследования.

Столь обширная программа исследований понадобилась потому, что изучение сияний перспективно для понимания физической сущности процессов в ионосфере и в случае успеха приведет к созданию методов прогнозирования ее состояния или даже откроет пути активного воздействия человека на верхние слои атмосферы и условия распространения в них радиоволн.

Принципиальная основа конструкции камер С-180 и С-180-С разработана исходя из опыта использования аналогичных приборов в Мурманске зимой 1949-50 гг., описанного в Докладах АН СССР т. 102, № 3, 1955 г. В эту принципиальную основу были внесены, однако, существенные усовершенствования.

Вместо выпуклого зеркала в камере С-180 применена анаберрационная комбинация двух сферических зеркал — выпуклого и вогнутого, в результате чего, во-первых, удалось уменьшить кружок рассеяния практически до уровня определяемого абберациями светосильного объектива фотокамеры и стало поэтому целесообразным применение 35-миллиметровой киноплёнки, во-вторых, в промежутке между зеркалами оказалось действительное изображение небосвода, и это дало возможность сконструировать спектральный прибор С-180-С, сочетающий в себе разрезающую силу щелевого спектрографа с минимальными светопотерями и 180-градусным угловым охватом бесщелевого спектрографа.

Другим принципиальным усовершенствованием является командный прибор камеры С-180, контролируемый контактным хронометром и поэтому обеспечивающий в случае надобности высокую точность синхронизации работы всех станций.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр
Краткая характеристика и основные данные камер С-180 и С-180-S	3
1 Назначение камер С-180 и С-180-S	3
2 Принцип работы	3
3 Основные данные фотокамеры С-180	3
4 Основные данные центральной камеры	4
5 Основные данные боковой камеры	5
Часть первая	
ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ КАМЕРА С-180	6
I. Оптическая схема фотокамеры С-180	6
II. Фотокамера	8
1 Конструкция фотокамеры	8
2 Кассета	10
3 Фиксирование кассеты	10
4 Крепление фотокамеры	11
5 Обогревательное устройство	11
III. Электрическая схема	11
1 Блок схема компактного прибора	11
2 Работа компактного прибора с различными хронометрами	12
3 Блок поправки хронометра	14
4 Работа на коротких выдержках	14
5 Блок шаговых искателей (ШИ)	15
6 Задание программы	16
7 Система сигнализации и контроля	17
8 Обогрев зеркал	19
9 Питание компактного прибора	19
10 Работа с сенситометром	19
11 Конструктивное оформление КИ	20
IV. Зенитная фотокамера	20

Часть вторая	
ЭКСПЛУАТАЦИЯ КАМЕРЫ С-180	22
I. Укладка, транспортировка и распаковка прибора	22
II. Настройка оптической системы	22
III. Включение и проверка командного прибора	23
IV. Установка подготовки	25
V. Работа с фотокамерой	26
1. Подготовка	26
2. Установка	27
3. Проверка	27
4. Фокусировка фотокамеры	27
VI. Съемка полярных сияний	27
VII. Уход за фотографической камерой	29
1. Оптическая система	29
2. Электроника	30
3. Фотоаппарат	30
Часть третья	
СПЕКТРАЛЬНАЯ КАМЕРА С-180-S	31
I. Оптическая система камеры С-180-S	32
II. Фотоприставка	35
III. Особенности электрической схемы С-180-S	36
Часть четвертая	
ЭКСПЛУАТАЦИЯ СПЕКТРАЛЬНОЙ КАМЕРЫ	38
I. Юстировка оптики	38
II. Съемка спектров полярных сияний и работа с фотоприставкой	38
III. Уход за спектральной камерой	39
1. Оптическая система	39
2. Фотоприставка	40
Приложение № 1. Характерные неисправности установок С-180 и С-180-S	41
Приложение № 2. Перечень обозначений на иллюстрациях	46
Приложение № 3. Перечень иллюстраций	

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ КАМЕР С-180 и С-180-S

Назначение С-180 и С-180-S

Обе камеры предназначены для исследования полярных сияний. Этими приборами оснащена сеть советских полярных станций по время Международного геофизического года (1957-1958 гг.).

Принцип работы

Принцип работы камеры заключается в следующем. Лучи от небесного свода падают на выпуклое сферическое зеркало. Отразившись от него, они попадают на выпуклое сферическое зеркало, расположенное над выпуклым. В фокусе верхнего зеркала находится точ. зрительное изображение небесного свода.

В С-180 изображение небесного свода точно фотографируется фотокамерой через ходовую линзу.

В спектральной камере С-180-S в плоскости изображения, по та же схеме, падающие в фокусе объективного объектива. Параллельный пучок лучей после коллиматора попадает на дифракционную решетку, полученный спектр фотографируется фотокамерой.

Камера С-180 имеет угол зрения 180° и позволяет на одном кадре получать изображение всего небосвода, включая линию горизонта. Общий вид прибора показан на рис. 1.

Спектральная камера С-180-S позволяет получать на каждом снимке спектра дуги вертикала длиной 180° (вертикалом называется большой круг небесной сферы, проходящий через две диаметрально противоположные точки горизонта и зенит). Головка прибора перемещается для установки цели в любом вертикале. Общий вид прибора показан на рис. 2.

Управление работой фотокамеры — автоматического действия с дистанционным управлением, осуществляемым от командного прибора (рис. 3), находящегося в лабораторном помещении и связанного с камерой многожильным кабелем. Командный прибор запускается контактным хронометром 6-МХ, дающим полусекундные замыкания через 5 сек (предусмотрена также возможность работы с обычным односекундным хронометром). Командный прибор обеспечивает одно- или десятиминутную периодичность повторения заданной программы съемки, при определенном задании программы двух- или пятиминутную периодичность. Командный прибор может управлять двумя фотокамерами по двум независимым программам. Он имеет различные цепи питания от источников постоянного тока (аккумулятор и анодных батарей) с напряжениями 6,3, 24, 30 и 360 вольт.

Наибольшее удаление съемочной части камеры от командного пункта (длина соединительного кабеля) - 90 м.
Фотокамера заряжается перфорирующей 35-мм киноплёнкой, катушки в кассете - приблизительно на 3000 кадров (60 м).
Привод камеры - электрический, имеет 2 скорости.
Выдержка - 0,2 сек, любые в пределах от 0,5 до 4,5 сек; кратные в пределах от 5 сек до 10 мин.

Оптическая система прибора с заключенной в термостат камерой (камера прибора) устанавливается на вишковой треноге. Для работы в условиях низких температур фотокамера и сферические зеркала имеют подогрев.

Связь между наблюдателями у пункта и у головки прибора осуществляется при помощи телефона.

Для стандартизации полученных снимков в комплект фотографического варианта камеры введен сенситометр типа ФСП-4, затвор которого стал так, что может управляться командным прибором С-180. Сенситометр позволяет осуществлять стандартизацию снимков шкалами яркости и поверхностных яркостей, которые впечатываются в начале и в конце киноленты.

На спектральной камере С-180 S для стандартизации и получения данных длин волн в каждый кадр автоматически через ступенчатый фильтр впечатывается спектр неба.

В комплект некоторых камер входит фотокамера, дающая обычные снимки области неба близ зенита (рис. 22) и являющаяся дополнением к прибору С-180, у которого эта часть поля зрения закрывается верхним зеркалом.

Для гиперсенситивизации (повышения чувствительности) пленки при предварительной подсветке в комплекте имеется специальная фотокамера. Фотокамера вместе с гальванометром позволяет регистрировать изменения вертикальной составляющей и много магнитного поля.

Фотокамера может служить также фиксатором моментов срабатывания камер С-180, С-180-S и синхронизированных с ними установок (например фирменных станций и т.п.).

Основные данные фотокамеры С-180

Угол поля зрения - 180° , у зенита кружок диаметром 22° закрыт двойным верхним зеркалом.

Диаметр изображения небосвода на пленке - 20 мм, эквивалентное фокусное расстояние оптической системы - 7,65 мм, светосила оптической системы - 1,5, разрешающая способность не ниже $15''$; вес прибора в упаковке - около 550 кг.

Основные данные спектральной камеры

Спектр - дифракционный.
Интервал длин волн 3800 - 6500 ангстрем.
Дифракционная решетка (реплика) размером 60 x 50 мм, 1000 штрихов/мм, отражает не менее 60% энергии в спектр 1-го порядка при 180° ангстрем.

Максимальная ширина щели спектрографа - 10 мм; фокусное расстояние объектива камеры - 52,5 мм.

Светосила объектива камеры - 1,5.
Дисперсия - 260 ангстрем/мм.
Разрешающая способность не ниже 15'' для желтой линии натрия - не ниже 6 ангстрем.
Вес прибора в упаковке - около 700 кг.

Основные данные спектральной фотокамеры

Светосила объектива - 1,5.
Фокусное расстояние объектива - 52,5 мм.
Поле зрения - 22° .
Вес в упаковке около 80 кг.

1 ОПТИЧЕСКАЯ СХЕМА ФОТОКАМЕРЫ С-180

Под зеркалом находятся пять обогревателей 7, два терморегулятора 8. Г-образная стойка оправы коллимационной линзы 9

[illegible]

DOOR

DOOR

DOOR

DOOR

DOOR

DOOR

DOOR

DOOR

DOOR

DOOR

51 и 52. Далее, через шестерни 53 и 54 вращение передается на коробку скоростей.

51 и 52. Далее, через шестерни 53 и 54 вращение передается на коробку скоростей.

51 и 52. Далее, через шестерни 53 и 54 вращение передается на коробку скоростей.

51 и 52. Далее, через шестерни 53 и 54 вращение передается на коробку скоростей.

51 и 52. Далее, через шестерни 53 и 54 вращение передается на коробку скоростей.

51 и 52. Далее, через шестерни 53 и 54 вращение передается на коробку скоростей.

51 и 52. Далее, через шестерни 53 и 54 вращение передается на коробку скоростей.

51 и 52. Далее, через шестерни 53 и 54 вращение передается на коробку скоростей.

51 и 52. Далее, через шестерни 53 и 54 вращение передается на коробку скоростей.

51 и 52. Далее, через шестерни 53 и 54 вращение передается на коробку скоростей.

свой корпус. При отсоединении от питания автоматически исключает
свои электропитания. При отсоединении от питания автоматически исключает
свои электропитания. При отсоединении от питания автоматически исключает

2. Кассета

Кассета представляет собой устройство, в котором находится пленка и перх
сидит на ней.

Пленка кассеты имеет длину 36 см, ширину 35 мм, толщину 0,02 мм. Пленка кассеты имеет длину 36 см, ширину 35 мм, толщину 0,02 мм.

Средняя часть пленки имеет длину 36 см, ширину 35 мм, толщину 0,02 мм. Средняя часть пленки имеет длину 36 см, ширину 35 мм, толщину 0,02 мм.

Пленка кассеты имеет длину 36 см, ширину 35 мм, толщину 0,02 мм. Пленка кассеты имеет длину 36 см, ширину 35 мм, толщину 0,02 мм.

Пленка кассеты имеет длину 36 см, ширину 35 мм, толщину 0,02 мм. Пленка кассеты имеет длину 36 см, ширину 35 мм, толщину 0,02 мм.

Пленка кассеты имеет длину 36 см, ширину 35 мм, толщину 0,02 мм. Пленка кассеты имеет длину 36 см, ширину 35 мм, толщину 0,02 мм.

Пленка кассеты имеет длину 36 см, ширину 35 мм, толщину 0,02 мм. Пленка кассеты имеет длину 36 см, ширину 35 мм, толщину 0,02 мм.

Пленка кассеты имеет длину 36 см, ширину 35 мм, толщину 0,02 мм. Пленка кассеты имеет длину 36 см, ширину 35 мм, толщину 0,02 мм.

3. Фокусирующая кассета

Для фокусировки объектива используется фокусирующая кассета (рис. 16), вставляемая на место объектива кассеты. При этом плоскость

матового стекла 76 становится в плоскость изображения объектива. Прижимается пружиной к треку камеры.

Изображение на матовой поверхности рассматривается через микроскоп, имеющий следующие параметры:

- а) увеличение микроскопа 5,1х,
- б) разрешающая способность около 0,01 мм,
- в) диаметр поля зрения 30 мм,
- г) диаметр выходного луча 6 мм.

Окуляр фокусируется микроскопом 77 по имеющемуся на матовом стекле перекрестно и закрепляется нажимным винтом 78.

4. Крепление фотокамеры

Конструкция деталей крепления позволяет производить быструю и удобную съемку и установку камеры без нарушения произведенной ранее фокусировки.

Фотокамера крепится к кронштейну 79 (рис. 8) в котором имеется паз под пластинку с штырьками барашком 80 и Г-образным прижимом 81.

5. Обогревательное устройство

В обогревательное устройство входят:

- а) обогреватель,
- б) терморегулятор,
- в) термостатическая камера.

Для обеспечения термостатической камеры на нее надевается термостатическая камера (рис. 9), которая плотно прижимается к объективу с помощью четырех зажимов. Термостатическая камера представляет собой металлическую кожух, выложенный внутри пенопластом и теплоизоляцией.

При фокусировке фотокамеры, смене кассет, вводе часов, плавании диафрагмы, осмотре аппарата и т.д. термостатическая камера снимается.

Полость большого зеркала соединяется с термостатической камерой, образуя единую термостат. Обогрев его осуществляется обогревателем фотокамеры и 5-ю обогревателями 7 (рис. 5) большого зеркала, имеющими выключатель 82 (рис. 8) на нижней стороне основания и лопки. Все обогреватели работают от напряжения 24 в. Терморегулятор включает обогреватели при температуре 0°C и выключает при +10°C.

III. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА

1. Блок-схема командного прибора

Принципиальная электросхема фотокамеры С-180 и С-180 S дана на рис. 31. Пунктиром обозначены узлы, не входящие в состав С-180 S.

Командный прибор (рис. 3) обеспечивает автоматическую работу фотокамеры по заданной программе. Прибор рассчитан на эксплуатацию при комнатной температуре. На вход командного прибора (КП) подается каждые 5 сек при замыкании контактов хронометра поступающий импульс тока длительностью 1/2 сек. При использовании хронометра длительность

а также для работы с контактами ШПС необходимо включить блок преобразователя питания, обеспечивающий работу блока.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40. При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

При работе с контактами ШПС необходимо использовать блок поправки хронометра. Описание его работы приведено на рис. 40.

«Пуск» (В-) должен быть включен. Импульс, подаваемый на М, заставляет подвижный контакт ШПС переместиться на одну ламель. При необходимости получить 5-секундные замыкания по внешней цепи может быть использована резистор ШПС, соединенная с контактами 1-2 IV Р.

При отсутствии 5-секундного хронометра может быть использован хронометр, дающий замыкание каждую секунду. В этом случае В-станит с 1-й по 5-ю сек. Цепь лампы Л-81 (рис. 18) окажется замкнутой (подключения В- и В-остаются прежними). При этом Р-срабатывает каждую секунду.

Первый импульс 1-ка, прошедший через контакты Я и П реле Р, сформировано замыкание контактов 1-2 II Р реле Р, благодаря чему ток через обмотку Р-продолжает идти и тогда, когда контакты Я и П в Р уже разомкнулись. При срабатывании Р замыкаются его контакты 2-3 II, в результате чего конденсатор С-85 (рис. 18) начинает заряжаться по цепи: плюсовая точка анодного питания, сопротивление R-и R-контакты 1-2 II Р, конденсатор С, минус, сеточка анодного питания. Лампа Л-типа 6Н15П (оба триода включены параллельно) работает как усилитель тока (катодный повторитель).

Пока напряжение на С не достигло величины, достаточной для зажигания лампы Л-81 (рис. 18) типа С1-2С, автоматическое смещение на сетке Л-состоит из счет падения напряжения на сопротивлении обмотки реле Р (выходы 1-2). В результате этого лампа Л-окаывает незначительное открытие и ток, проходящий через нее, недостаточен для срабатывания Р.

Р-закрывается сопротивлением учета. Печочка зарядки R-и R-и С-подбирается таким образом, чтобы напряжение на пластинках конденсатора, достаточное для зажигания лампы Л-достигалось через 1,7 секунды после начала заряда, т.е. после замыкания первого импульса 5-секундного хронометра.

Подбор времени заряда С-осуществляется переменным сопротивлением R-, выведенным под пилот и отрегулированным на заводе. Таким образом, вследствие «залипания» реле Р-схема не чувствительна к импульсам, приходящим от хронометра во вторую, третью и четвертую секунды.

При загорании лампы Л-конденсатор С-разряжается по цепи: положительная пластина конденсатора, стабилизатор, сопротивление R-, отрицательная пластина. На сетке Л-создается положительный потенциал за счет падения напряжения на R-, открывающий лампу, анодный ток увеличивается и, проходя через обмотку Р-, вызывает его срабатывание.

Цепь разряда С-, регулируемая сопротивлением R-, подбирается таким образом, что лампа Л-остается полностью открытой в течение 1/2 сек, т.е. такого же промежутка времени, как и продолжительность замыкания контактов хронометра. Сопротивление R-выделено под шпиль на шасси.

При срабатывании Р-замыкаются контакты 3-4 IV и через переключатель В-, находящийся в положении «без поправки», на обмотку У-ШПС подается напряжение питания и ШПС срабатывает, как и в предыдущем случае, при использовании 5-секундного хронометра. Одновременно с замыканием 3-4 IV реле Р-размыкаются контакты 1-2 II,

2008

в результате чего цепь обмотки Р обесточивается и контакты 3-4 IV Р замыкаются.

По окончании импульса тока через лампу контакты Р возвращаются в исходное положение и схема, придя в первоначальное состояние, становится вновь чувствительной к импульсам от хронометра.

Так как описанный цикл длится 5 сек и во время цикла схема нечувствительна к сигналам от хронометра, поступающим каждую секунду, то ШИС будет срабатывать 1 раз в 5 сек, что и требуется для нормальной работы.

3. Блок поправки хронометра

Так как не рекомендуется переводить стрелки хронометра, а срабатывание схемы (начало и конец выдержки) должно происходить во время тактовых импульсов, определенных с точностью 0,5 сек, как это требуется инструкцией по наблюдению полярных сияний, поправка на погрешность хода хронометра вводится непосредственно в КП, для чего используется следующая схема.

В этом случае переключатель В ставится в положение «с поправкой», переключатель В₁ стоит в положении, соответствующем применению хронометра, переключатель В₂ остается в положении «длинные». Через тактовые контакты I-IV переключатель В на лампу Л-89 (рис. 89) поступает ток, зажигающий лампу.

Схема блока хронометра, приведенная в рассмотренной выше схеме, работает с тем отличием, что в течение цикла работы может регулироваться оператором (рис. 89) выключатель В₁ и выведен на переднюю панель нуля.

Рассмотрим схему, являющуюся схемой задержки сигналов и ввода поправки. В том случае, если хронометр спешит в пределах 5 сек.

В случае отставания хронометра в пределах 5 сек. поправка может быть введена путем перевода ШИС на 1 деление вперед, что эквивалентно уменьшению хронометра на хронометр спешащий с последующей задержкой импульса схемой поправки, как рассмотрено выше.

Схема поправки может вносить задержку не более 4,5 сек. В случае расхождения хронометра с истинным временем на величину более 7 сек поправка вводится следующим образом: при помощи соответствующего перевода ШИС и ШИМ компенсируется доля расхождения кратная 7 сек, или целой минуте, оставшаяся часть (в пределах 5 сек) компенсируется ламповой схемой. Перевод ШИС и ШИМ осуществляется с помощью кнопок «Настройка».

4. Работа на коротких выдержках

Мы рассмотрим режим работы ламповых схем в случае, когда на электродвигатель фотокамеры импульсы подаются через промежуток времени кратные 5 сек (длинные выдержки).

Для получения выдержек от 1/2 до 1,5 сек переключатель В₂ ставится в положение «короткие», а В₁ в положение «без поправки». При этом включается накал лампы Л.

Импульс от хронометра идет на ШИС при замыкании 3-4 IV реле Р. Одновременно этим импульсом запускается схема поправки, при срабатывании которой на ШИС поступает второй импульс через контакт

на 3-4 IV реле Р, контакты 3-4 В и 6-4 В. Время задержки импульса регулируется при помощи В₂.

Такая последовательная пара импульсов, подаваемая на фотокамеру, позволяет осуществить выдержку от 1/2 до 4,5 сек (первый импульс открывает фотоаппарат второй закрывает его). Следует отметить, что частота хода шаговых искателей при этом уменьшается. Это необходимо учесть при задании программы.

Короткие выдержки в 0,2 сек можно получить также путем установкой фотокамеры на 1 скорость. В этом случае открытие и закрытие фотоаппарата осуществляется за один цикл срабатывания.

5. Блок шаговых искателей (ШИ)

ШИ-91 (рис. 17) представляет собой циклическое контактное устройство последовательным замыканием ламелей.

Импульсы тока, поступающие на обмотку ШИ, заставляют подвижный контакт переключаться по своему положению. В С 181 применены шаговые искатели типа ШИ-11, имеющие 12 контактов (11 подвижных контактов и 1 ряд ламелей).

Все ШИ командного прибора имеют одинаковую конструкцию. По одной оси с подвижным контактом шаговых искателей находится шкала с 12 делениями, показывающими положение подвижного контакта. ШИ имеет 12 ламелей. Подвижные контакты размещаются один раз в 7 сек, что обеспечивает периодичность работы ШИ в 1 мин.

Ввиду того, что работа ШИ-91 и ШИ-11 имеет резервную комплект шаговых искателей, установленных параллельно рабочим и контрольным в действие переключателем В₂, В₃ и В₄. Резервные ШИ по принципиальной конструкции и устройству идентичны, а шкалы только их обмотки X и X₁ и цепи включения подвижных контактов.

Для обеспечения 10-минутной периодичности работы фотокамеры имеются ШИ-91. После того как ШИС совершил полный цикл работы, 12 срабатываний, ШИМ передвигается на одну ламель. Достигается это следующим образом: при переходе подвижного контакта ШИС на ламель, с которой исходит импульс в секунду, на обмотку одноминутного реле Р подается напряжение от цепи плюс источника питания реле, через магнетальный контакт, замыкающийся во время срабатывания ШИС, контакты 4-2 В, подвижный контакт ШИС, обмотка Р, минус источника питания реле. При этом через контакты 3-4 IV Р к источнику питания подключается обмотка X₁, частотная ШИМ передвигается на одну ламель.

Так как для ШИМ выбрана 10-минутная периодичность, а он имеет 12 ламелей, то необходимо обеспечить «перескок» через 2 ламели. Этот перескок совершается на нулевой и 5 й минуте 10-минутного интервала.

Когда подвижный контакт ШИМ находится на одной из ламелей (кроме нулевой и пятой), работа его совершается, как описано выше. Если подвижный контакт ШИМ перейдет на нулевую или пятую ламель, то через 10 сек подвижный контакт ШИС замкнет цепь плюс источника питания реле, вспомогательные контакты на ШИС, контакты 1-2 В, подвижный контакт ШИС, стоящий в положении «10 сек», нормально замкнутый выключатель В₂ «перескок» Р₄, обмотку Р, с выводами 3-4, подвижный контакт ШИМ, стоящий в положении, соответствующем нулевой или пятой минуте, контакты 2-4 В, минус источника питания реле.

В результате этого замыкаются контакты 3—4 IV реле Р₄ и этим самым подается ток на обмотку ШИМ, заставляя его подвижный контакт перейти с нулевой или нулевой ламели на следующую.

Для обеспечения безотказной работы схемы перескока обмотка Р₄ с выводами 1—2 включается на выдержку, чтобы предотвратить замыкание Р₄ при обесточивании обмотки 3—4, что неизбежно происходит при перескоке.

Так как в данном случае ток может отойти от вывода 4 обмотки Р₄ в сторону по цепи обмотка Р₄ минус источника питания реле, то во избежание паразитного срабатывания Р₄ и Р₅ в цепи их обмоток включены ограничительные сопротивления R₄, R₅, R₆ по 200 Ом.

Если ток проходит не более чем через одно ограничительное сопротивление, то это не сказывается на нормальной работе реле. На обмотку часового шагового искателя (ШИЧ) раз в 5 мин подается импульс через 3—4 IV реле Р₄ срабатывающего при нажатии подвижного контакта ШИМ на ламели перескока (нулевой и пятой мин). Периодичность работы ШИЧ — 1 час. Для работы ШИЧ выключатель В₆ может быть в любом положении, кроме «Стандарт».

Перевод шаговых искателей в желаемое положение осуществляется кнопками КН₁, КН₂, КН₃, выведенными на крышку командного прибора с надписями «Пастровка» и замыкая ними цепи питания обмоток соответствующих ШИЧ. При необходимости получить 6-минутные и пятиминутные замыкания во внешней цепи оператор может использовать выводы Ш₁ и Ш₂ с одной из ламелей ШИЧ сигнализатора электрометрический счетчик, отмечающий общее количество часов работы прибора и КН.

6. Задание программы

Задание программы работы фотокамеры сводится к заданию времени начала и конца каждой выдержки.

Рассмотрим работу 1 программы.

Начало и конец выдержки обуславливается подачей импульса хронометром длительностью 0,5 сек на мотор фотокамеры, причем каждый импульс последовательно вызывает открывание или закрывание фотоштора. Замыкая с помощью выключателей какие-либо контакты ШИЧ и ШИМ, соответствующие моментам времени выбранной программы съемки. Когда подвижные контакты этих шаговых искателей будут находиться на ламелях, соответствующих замкнутым выключателям, на обмотку предыдущего реле Р₄ будет подано напряжение по цепи плюс источника питания реле, вспомогательные контакты ШИЧ, замкнутые при подаче импульса от хронометра, контакты 4—2 В₆ (выключатель В₆ разомкнут), подвижный контакт I программы ШИМ, ламель, замкнутый выключатель, обмотка Р₄ минус источника питания реле.

Выключатель В₆ замыкается при необходимости получения 1-минутной периодичности или при неисправности ШИМ. В этом случае ток идет минуя ШИМ и схема работает с периодичностью, обуславливаемой лишь продолжительностью цикла работы ШИЧ.

При срабатывании Р₄ через контакты 3—4 IV замыкается цепь питания обмотки выходного реле Р₅.

В нормальном состоянии при отсутствии импульса ток от источника питания электродвигателя через замкнутые спараллеленные контакты 2—1 и 5—4, реле Р₅ и 26-штырьковый штепсельный разъем идет на обо-

греватели фотокамеры ОБ с последовательно подключенным к ним терморегулятором ТМ.

При срабатывании Р₄ обогрев фотокамеры выключается и ток через контакты 2—3, 5—6, выключатель В₆ («Мотор 1») поступает на электродвигатель фотокамеры 1 программы, открывая или закрывая фотоштор и протягивая пленку. Замыкая те или иные выключатели ШИЧ, можно погнать в течение минуты несколько различных выдержек с разными интервалами. В пределах 10 минутного интервала выбор нужных минут, в которые осуществляется съемка, производится замыканием соответствующих выключателей ШИМ.

Контакты КН₁ электродвигателя управляются кулачком, сидящим на одной из осей редуктора, и являются блокировочными. За время импульса командного прибора кулачок поддерживает цепь питания электродвигателя замкнутой до тех пор, пока он не займет первоначального положения. Перед началом съемки для проверки работы электродвигателя или для протягивания пленки цепь питания может быть включена минуя реле Р₄ путем замыкания кнопки КН₁ «Мотор 1». Выключатель В₆ служит для выключения цепи питания электродвигателя.

Вторая программа, цепь которой состоит из другого ряда контактов ШИЧ, реле Р₅ и Р₆, работает аналогично.

Описанная электросхема позволяет задать следующие программы съемки:

- все выдержки и все промежутки между ними кратны 5 сек (I скорость электродвигателя);
- выдержки кратны 5 сек, а промежутки от 0,5 до 4,5 сек (I скорость);
- выдержки от 0,5 до 4,5 сек, а промежутки кратны 5 сек (I скорость);
- выдержки 0,2 сек, а промежутки кратны 5 сек (II скорость);
- выдержки кратны 5 сек, а промежутки 0,4 сек (II скорость).

Пленки, состоящие из конденсаторов C₁, C₂ сопротивлений R₁, R₂, R₃, R₄, R₅ и R₆ являются искрогасительными и предохраняют нагруженные контакты от обгорания.

7. Система сигнализации и контроля

Для наблюдения за работой КН и управляемых им устройств предусмотрена система сигнализации и контроля: желтая лампочка «Камера» ЛН₁ для I программы и ЛН₂ для II программы (загорается при срабатывании предыдущего реле и служит для контроля подачи импульса на фотокамеру). Она позволяет также контролировать соответствие работы шаговых искателей выбранной программе. Продолжительность ее горения должна составлять импульс на этой цепи — 0,5 сек.

Лампочка «Затвор» (ЛН₃) для I программы и ЛН₄ для II программы включается контактами КН₁ (КН₂) для второй программы, обмотка фотокамеры и сигнализирует о том, что фотоштор открыт.

Цепь питания красной лампочки «Перемотка» ЛН₅ (ЛН₆) замыкается через контакт КН₁ (КН₂) катушки фотокамеры во время перемотки. После выключения зеленой лампочки включены лампочки освещения часов ЛН₇ и ЛН₈ (ЛН₉ и ЛН₁₀). Напряжение накала лампочек регулируется реостатом R₇ и R₈ «Освещение часов» 94 и 95 (рис 18).



Ввиду того, что на пленке высокой чувствительности изображение часов получается перекрашенным, лампочки зашунтированы постоянными сопротивлениями R_1 и R_2 .

Напряжение накала лампочек освещения часов и часовых лампочек 6,3 вольта, поэтому они соединены последовательно так как питаются от 21 вольтной цепи.

Для обеспечения постоянства света часа снабжена обогревателем Ob (Ob_1 и Ob_2) и терморегулятором TM (TM_1) поддерживающими температуру в пределах 0° до $+28^\circ C$.

Следует помнить, что переключатель B_1 должен всегда входить в себя рафин цепи освещения часов.

При замыкании $KП_1$ и $KП_2$ в камеру подается на электромагнитные счетчики $Э_1$ и $Э_2$ соответствующий ток для подсчета снятых кадров. На диафрагму против часовой стрелки большой зеркала устанавливаются отметчики «север» и «юг» лампочками $ЛП_1$ и $ЛП_2$.

Головка фотокамеры устанавливается таким образом, чтобы линия обзора лампочек, находящихся в плоскости магнитного экватора. Питание к лампочкам «север» и «юг» подводится через реостат R_1 . Напряжение отметчиков $Э_1$ и $Э_2$ подводится через реостат R_2 . Напряжение отметчиков $Э_1$ и $Э_2$ подводится через реостат R_2 . Напряжение отметчиков $Э_1$ и $Э_2$ подводится через реостат R_2 . Напряжение отметчиков $Э_1$ и $Э_2$ подводится через реостат R_2 .

Кроме того, по цепи терморегулятора лампочек включено еще по одному реостату R_3 и R_4 с сопротивлениями 98 и 98 Ом. Лампочки все время горят непостоянным током.

Реостат R_1 как функционирует с цепью в 5 мА с сопротивлением 2,3 П. В цепи лампы часов лампочка «север» питается от цепи. Реостат R_2 на освещение часовых лампочек $Э_1$ и $Э_2$ при частоте повторения вспышек лампочек «юг» может быть выбрано сопротивление 1,5 Ом или 60 мАм соответствующей установкой переключателя B_1 . Отметчики «север» и «юг» включаются в том случае, когда $ШПЧ$ стоит в положении «5» по шкале подсчета, а $ШПЧ$ в положении «5» или «10». Лампочки $ЛП_1$ и $ЛП_2$ могут быть включены выключателями B_1 («север») и B_2 («юг»).

Изображения часовых фотоаппаратов из пленки, а расширяя частота вспышек по-разному определять поправки часов. Фотографируются на пленке. Переключатель B_1 должен всегда находиться в положении «Фото». В положении «экспозиция» ставится при работе со спектральной камерой.

Напряжение в цепи часовых сопротивлений вольтметром и амперметром. Вольтметр $В_1$ с переключателем B_1 может быть включен к следующему цепям: цепи питания $ШПЧ$, цепи питания камер, отметчиков «север» и «юг», цепи накала лампочек освещения часов и часовых лампочек. На делении шкалы вольтметра при включении в цепь часовых лампочек $В_1$ равен 0,5 в. Переключатель B_1 при включении $ШПЧ$ может быть включен к различным цепям $КП$ через соответствующие контакты R_1 и R_2 . Цепи деления шкалы для измерения тока в часовых цепях часовых лампочек и цепи фотокамеры и обогрева зеркала $0,1$ а и цепи обогрева часов $0,01$ а и лампы цепи — 1 мА.

Для удобства наблюдения за работой $ШПЧ$ имеются осветительные лампы $ЛП_1$, $ЛП_2$ и $ЛП_3$ включаемые выключателем B_1 («Осв. $ШПЧ$ »).

9. Обогрев зеркала

В целях недопущения запотевания зеркала при работе в условиях низких температур в головку $C-180$ монтирован обогрев. Напряжение обогрева зеркала подается по 26-жильному кабелю через контакты 20 и 21 штепсельного разъема ($ШПР$) к распределительной коробке и далее по 16-жильному кабелю через контакты 19 и 20 $ШПР$ на обогреватели большого зеркала ($Об_1$, $Об_2$) с последовательно включенными терморегуляторами TM_1 и TM_2 , а также на обогреватель малого зеркала $Об_3$ и его терморегулятор TM_3 . Обогрев может выключаться при помощи B_1 и B_2 расположенных на нижней стороне основания зеркала 82 (рис. 8).

Для удобства работы в ночное время в гнезда $ШП_1$ и $ШП_2$ может быть включена переносная осветительная лампочка $ЛП_3$.

10. Питание командного прибора

С распределительного щитка (рис. 20) с установленными на нем предохранителями $ПР_1$ и $ПР_2$ питающее напряжение подводится к клеммам на задней стенке $КП$. Для реле $ШПЧ$, сигнализации и обогрева зеркала необходим постоянный ток от аккумуляторов напряжением 21 вольт. Работение цепей питания удобно для проверки работы $КП$. Для анодных цепей лампы подается питание от сухих батарей напряжением в 300 вольт.

Питание накала лампы телефона осуществляется от источника постоянного тока напряжением 6,3 вольта. Для питания электродвигателя камеры подается постоянный ток напряжением 12-40 вольт с учетом падения напряжения в соединительном кабеле.

Во время работы корпус $КП$, находящийся в электростатическом экранировании, необходимо заземлять. Для регулировки напряжения в цепях питания анодных накалов и камер служат реостаты R_1 , R_2 и R_3 , выведенные на переднюю панель и снабженные соответствующими надписями 99, 100, 101 (рис. 18, рис. 3).

11. Работа с сенситометром

Сенситометр служит для впечатывания на пленку стандартных шкал яркостей, дающих возможность при последующей фотометрической обработке негативов определить интенсивность освещения исследуемых объектов.

В сенситометрах, прилагаемых к фотокамере $C-180$, фотозатвор на делении так, что он может управляться импульсами от $КП$. Перед включением сенситометра $ШПЧ$ с помощью кнопки $КП$ устанавливается в одно из положений, соответствующих нужным действующим контактам 3-го ряда (на принципиальной схеме изображен внизу). Переключатель B_1 при этом должен быть включен в положение «Стандарт», а фотозатвор фотокамеры — в 1. Таким образом питание обмотки $У$ $ШПЧ$ осуществляется одновременно с включением на фотокамеру 1-й программы импульса открывающего фотозатвор по следующему цепи: цепь источника питания $ШПЧ$ контакты 2-3 П при включении реле 1-й программы P_1 , B_1 , обмотка $У$, минуя источник питания. Питание сенситометра (24 вольта по стоянного тока) подается к клеммам K_1 , K_2 на Соковой стенке сенситометра.

При подаче импульса на обмотку $У$ подвижный контакт $ШПЧ$ по

реходит на задемпсованную ламель и замыкает цепь питания обмотки реле Р₁. При этом замыкаются контакты 1-2 IV реле Р₁, в результате чего замыкается цепь питания реле сенситометра Р₂, соединенного с КП шнуром с вилками III- и III-.

При срабатывании реле Р₁ включается цепь электромагнита Э, поднимающего заслонку сенситометра. Заслонка остается открытой до тех пор, пока с Р₁ на ШПЧ не поступит следующий импульс, контакт ШПЧ переключается на недействующую ламель и цепь питания реле сенситометра разомкнется. Таким образом достигается равенство шагов для обеих сенситометров в фотокамере при съемке.

Оптическую схему сенситометра ФСР-1 описание конструкции и правила эксплуатации можно найти в инструкции, прилагаемой к сенситометру. Лампа сенситометра питается через пульт от сети переменного тока 127-220 вольт или непосредственно от аккумулятора с напряжением 12в. Сенситометр и его пульт изображены на рис. 20. К сенситометру прилагаются два серых 10-кратных светофильтра.

11. Конструктивное оформление КП

Командный прибор смонтирован на металлическом ящике сверху закрытом панелью, на которой выведены органы управления и приборы контроля работы командного прибора и фотокамеры. Панель удерживается четырьмя винтами (см. рис. 16, 17, 18 и 20).

Некоторые детали командного прибора требуют для нормальной работы определенной температуры. Например, счетчик работает только в горизонтальном положении, поэтому в счетниках, поставленных в КП вертикально, заводом предусмотрена необходимость что-то иметь в виду при смене счетника: вольтметр и амперметр должны иметь показания только в горизонтальном положении, реле типа РПН также должны быть в горизонтальном положении, когда ящики их тащатся сбоку.

Таким образом, при ремонте, когда пульт находится в нештатном положении (наклонен, повернут набок), вставить его не следует.

Все соединения внутри пульта выполнены многожильным монтажным проводом в хлорвиниловой изоляции. Все провода пронумерованы в соответствии с монтажной схемой, прилагаемой к прибору.

Для присоединения командного прибора к переходной коробке и переходной коробки к головке применен кабель марки КППМ (24×1 или 16×1). Кабель, идущий от командного прибора до переходной коробки имеет 24 жилы, от переходной коробки к головке — 16 жил.

В комплект входит также 24-жильный 3-метровый кабель для подключения фотокамеры непосредственно к КП в случае опробования фотокамеры в помещении. Все кабели присоединяются посредством разъемов.

При низких температурах (до -20 °С) следует избегать резких и крутых перегибов кабеля во избежание нарушения целостности резиновой изоляции.

IV. ЗЕНИТНАЯ ФОТОКАМЕРА

К части приборов С-180 относится зенитная камера (см. рис. 2 и 22).

Зенитная камера представляет собой такую же фотокамеру, как и в остальном приборе, фотографировать область неба в зените. Она заключена в термостат. В верхней крышке термостата имеется окно 102

(рис. 22), закрытое заглушкой 103 и защитным плоскопараллельным стеклом, под которым расположен объектив камеры. Штепсельным разъемом 104 и 3-метровым кабелем зенитная камера присоединяется к крайнему правому ШР переходной коробки.

Зенитная фотокамера работает по программе командного прибора. Обогрев полости термостата осуществляется только обогревателями фотокамеры. Зенитная фотокамера крепится на ножке прибора так, чтобы одна из стоек термостата была ориентирована по магнитному меридиану. Для этого зенитную фотокамеру нужно привинчивать к той ножке прибора, которая крепится осью параллельно визиру.

[illegible]

1. Содержание (содержит перечень вопросов, подлежащих рассмотрению на заседании комиссии, а также перечень документов, прилагаемых к заявлению);
 2. Вопросы (содержит перечень вопросов, подлежащих рассмотрению на заседании комиссии);
 3. Выводы (содержит перечень выводов, сделанных комиссией);
 4. Рекомендации (содержит перечень рекомендаций, сделанных комиссией);
 5. Приложения (содержит перечень документов, прилагаемых к заявлению).

Ко всем кривым роста, нанесенным на заднюю стенку КП, подводится штатное КК кривой Фотостер. Промоновая лампа 80W питание подводится к стыку в стыке работы с вертикальной камерой. Выполняя эти соединения, необходимо соблюдать следующие аксиомы аксиоматичности

При работе с фотокамерой С-180 переключатель рода работы Вн 114 (8) должен находиться в положении «Фото».
Хронометр, приведенный в рабочее состояние, подключается к соответствующим клеммам пульты («Хронометр»)
Переключатель Вн может быть поставлен в любое положение, кроме «Старт»

Перед включением напряжения все выключатели на КП должны быть поставлены в выключенное положение (вниз).

Вольтметром проверяется соответствие номиналам напряжений вольтметра (ШИИ, обогрев часов и отсчетчики — 24 вольта, накал — 6,3 вольта, ток — 32—36 вольт). После этого включаются тумблеры ШИИ и «Пуск». При этом должны начать работать шаговые искатели ШИИ.

При нажатии кнопки «Настройка» шаговые искатели должны перейти на следующую ламель.

Замыкание кнопки должно длиться не более 1 сек во избежание повреждения обмотки ШИИ. Следует помнить, что «Настр. ШИИ» работает только при включенном тумблере «Пуск».

При выключенном тумблере «Пуск» ШИИМ работают с 12-минутной периодичностью (в том случае выключатели нулевой и пятой минут являются как бы двойными).

Для получения 10-минутной периодичности надо включить «Переключатель» и проверить работу его схемы (рис. 8), чтобы совпадение с 10-минутным интервалом было бы 12 по шкале ШИИМ).

Схема поправки хронометра включается следующим образом: переключатель В ставится в положение «Сопр» (при этом по шкале напряжения накала на лампу 11) Выключатель 11 (4,5 мин (время на накал лампы), выключает лампы накала. После тумблер «Пуск» включается, начинают работать ШИИ. Величина поправки регулируется при помощи переменного сопротивления «Поправка хронометра». Длительность выдержки определяется интервалом времени между замыканием лампы, подключенной к розетке «5 сек», прошедшего после момента замыкания контактов хронометра и штифком при срабатывании ШИИС. Продолжительность этого интервала издается сдвоенным с промежуточным временем между двумя последующими ударами хронометра, равным 0,5 сек (метод «глаз-ухо»). При этом величина поправки должна быть $0,5 \pm 4,5$ сек.

Длительность импульса при включении лампы накала «Поправка», контролируемая по продолжительности горения желтой лампы накала, должна быть $0,5 \pm 0,1$ сек. Регулировка производится переменным сопротивлением Rn 115 (рис. 18).

Для проверки работы программы с помощью 90-метровый кабель соединяют коробку присоединения фотокамеры с 90-метровый кабель, который к ШР 116 (рис. 21), от ШР 117 кабель идет на ШР головной (рис. 8), от ШР 118 на магнитную камеру (П. 119) (рис. 12). Фотокамера устанавливается на своем месте и к ней ШР 119 (рис. 12) подключаются шнуры питания.

Провода лампочек от отмеченных контактов с соответствующими проводами 14 (рис. 8).

На КП в положении выключателя В «Должна» делается установка программы.

I программа		II программа	
Начало выдержки	Конец выдержки	Начало выдержки	Конец выдержки
сек 50	10	сек 15	35
15	25	40	50
30	45	55	00
40	15	05	10
мин 0, 1, 2, 3, 4		мин 5, 6, 7, 8, 9	

Правильность работы электрической схемы прибора контролируется по соответствию заданных и полученных выдержек лампочек заданным минутам времени (по хронометру). Если работа идет нормально, то через 10 мин программы можно выключить и произвести такую же проверку. Аналогично можно проверить работу на резервных ШИИ. При этом надо помнить, что программа ШИИ необходимо согласовать с хронометром. Для этого ШИИ и ШИИМ выключаются в положение 55-й сек и мин, чему соответствует отметка 10 по шкале обоих шаговых искателей. Тумблер «Пуск» включается между 55-й и 60-й секундами той минуты, которую требуется установить. 10-минутному интервалу. Во время работы ШИИМ проверяется, чтобы периодичность была выдержана.

При настройке прибора с помощью хронометра в течение 10 мин выдерживается 1 сек и подается анодное питание. Время, которое должно пройти, должно совпадать $4,7 \pm 0,1$ сек. Длительность импульса — $0,5 \pm 0,1$ сек. Такая величина регулируется резистором Rn 115 (рис. 18). Контроль производится по методу «глаз-ухо».

Для включения в работу необходимо тумблер «Пуск» перевести в положение «Вкл». В случае выключения лампочек накала необходимо сначала выключить напряжение, а затем выключить накал.

IV. УСТАНОВКА ГОЛОВКИ

Головка с головкой устанавливается на площадке с открытым горизонтом (на фундаменте дома, крыше дома или на любом другом возвышенности) с таким расчетом, чтобы основание, на котором стоит фотокамера, в течение времени года не оказывалось ниже поверхности снега.

Установка производится следующим образом: головка (без фотокамеры и термостатической коробки) ставится в том месте, где будет стоять тренога. Поворотом головки и вертикальной оси линии визира «север-юг» приблизительно совмещается с направлением меридиана (ориентиром визира должна быть на юге, а мушка — на севере). Затем с помощью шаровых шарниров, основанию головки присоединяются ноги, шарниры слегка затягиваются. После этого 3 человека, вставшие за треногу, осторожно поднимают головку и устанавливают ее на такой высоте, чтобы опорные ноги располагались в вершинах равностороннего треугольника со стороной 2,5—3 м.

Поворотом всей треноги добиваются совмещения линии визира с плоскостью магнитного меридиана (последняя должна быть определена).

по возможности точнее, в данном случае при помощи компаса с точностью до 1°)

Основание головки устанавливается в горизонтально при помощи уровня и шаровые шарниры под ключ затягиваются.

Опорные плиты траншей закрепляются на основными костылями или цементацией. На основе траншеи, имеющей проточный, несменяющийся, речевой корпус (съемные кабели и стержни вытормаживаются), в переходной коробке устанавливается кабель на 90 м траншей кабелей. В кабельный перилл следует устанавливать в стел, а при пересечении кабелей между собой, доводить кабель до его в металлическую или деревянную трубу.

В случае, если данный контейнер с 180 имеет «внутреннюю» камеру, то она устанавливается на одной из своих двух ножек на высоте, обеспечивающей удобство обслуживания.

Правильность установки определяется уровнем, применяемым в ЗИПе, который накладывается на зачисточное стекло объектива.

ANALYTICAL CHEMISTRY ABSTRACTS

1. Зарядка кассеты

Зарядка кресеты производится в фотолаборатории на сухом и чистом столе. Порядок зарядки следующий:

1. Установить кассету на место так, чтобы надписи были сверху
2. Заменить фото на братарию
3. Открыть замки кассеты

1. Взяв левой рукой за нижнюю крышку кассеты и, нажимая указательным пальцем левой руки на прижимную планку, правой рукой снять верхнюю крышку кассеты.

- Затемнить фотолaborаторию
- Проверить расхождение эмалейного то слоя пленки, который

6. Запиратель пеленку в кассету. Для этого ружье наклоняется на подающую бочину 65 (рис. 11). Над пеленкой от поющей бочки до зубчатого барабана 119 показан черной линией. Пеленка протягивается через барабан в верхнюю часть кассеты, где она должна образовывать петлю. Для этого конец пеленки, вышедший после зубчатого барабана, нагнута, отбита переднюю часть кассеты, выступившую над основой, до стрельы, нанесенной на основание кассеты и обозначенной надписью «Индекс для установления величины петли». В месте для установления величины петли пеленку отвертывают в основании кассеты, находящимся около индекса. Конец пеленки обрезается с помощью специального шаблона, входящего в комплект фотокамеры. После этого отвернутый конец пеленки заправляется в зубчатый барабан 120, противится вращением барабана 119 за накатку и конец ее закрепляется на принимающей бочине 66.

7. Закрыть кассету крышки и закрепить замками. При этом прижимная планка кассеты должна быть поджата. Диск с указанием метража должен быть поставлен в положение «60 метров», иначе крышка не закроется.

8. Проверить, видна ли через отверстия в передней части кассеты пленка, что свидетельствует о правильном положении петли.

9. Проверить попадание перфорации пленки на зуб, имеющийся в передней части крышки кассеты. В противном случае петля в фотокаме

ре не сохранит своего положения и перестанет работать, следовательно, разрушится. Кроме того, этот избыток вызывает перфорацию пеллики и в области движения префера, благодаря чему при съемке фотоскопа префер сразу же попадает в перфорацию.

2. Разряды кассеты

Разрядка кассеты произведена в установленном порядке.
Порядок разрядки таков:

2. Если $\mu_1 \neq 0$, то μ_1 — наименьший положительный корень уравнения

3. Снять прищипавшуюся сучку, и, не выжидая, погрузить черную бумагу.

- 5 Закрыть кассета

3.3.3.3. на фотокамеры

Несет иронично чувство, че в днешния бразилския правителственик няма наблюдател. Руският посланик в Бразилия, доктор д-р Жозе Батиста да Силва, посочва, че в Бразилия не е установен контрол на скоростта (рис. 12) по пътищата, в резултат на което бразилските автомобилисти са в правителствения Бразилски институт за управление на транспортния поток (IBRAT) не могат да бъдат обвинени в изключително висока скорост на движение по пътищата. В резултат на това бразилските автомобилисти са в правителствения бразилски институт за управление на транспортния поток (IBRAT) не могат да бъдат обвинени в изключително висока скорост на движение по пътищата.

1. Фокусировка фотокамеры

Грубая флюктура может быть произведена путем сфокусирования кассеты на 10 м. В этом случае при съемке кадра 32 (рис. 1) так как объект находится в фокусе, то четкое изображение не будет получено из-за явления дифракционности. На флюксисте при малом выносе сфокусируется объект, но при выносу на фокус изображение флюксы

Точную фокусировку лучше всего производить в зрительном, для чего делают 15 снимков при разных числах фокусов, близких к нужному, визуально и с помощью еще одного друга на расстоянии 7-8 см. Объектив в это время должен быть выдвинут на фокус. При этом диафрагма объектива должна быть полностью открыта. По мере приближения к нужному числу фокусов оператор должен отчетливо видеть фокусирующийся предмет, а далее все сдвигать в сторону с этим фокусом.

АГ СЫМКА ПОДЪЕМНЫХ СИЯНИЙ

Фотографическая камера С-150 будет работать в течение всего рабочего времени суток (с вечера до утра), крутясь (вращаясь) с определенной скоростью лишь во время съемки (то есть в то время, как вы нажимаете на кнопку затвора). Вращение камеры будет происходить в соответствии с инструкцией, которую вы получите при покупке этой камеры.

Перед каждым заданием программа КН печатает меню сгла от хронометром, как описано в разделе «Включение и проверка работы прибора» (Настройка КН).

Если хронометр уходит вперед или отстает на величину больше 1 сек, то в КП необходимо внести поправку на неточность его хода (см раздел «Блок поправки хронометра»).

Поясним это на примерах:

1. Поправка хронометра — 13 сек (хронометр отстает). Тогда при настройке ШПС переводится на 13 сек вперед, т.е. устанавливается не на 4-е деление, а на 7-е. Теперь КП будет работать так, как если бы хронометр отстал на 2 сек. Задержка в 2 сек компенсируется схемой поправки хронометра путем соответствующей установки реостата «Поправка хронометра».

2. Поправка хронометра — 1 мин 17 сек (хронометр спешит). Тогда на этом же приборе устанавливается ШПС в такое положение, которое бы было эквивалентно работе хронометром, отстающим в пределах 1 мин 17 сек. В данном случае переводится ШПС на 2 мин на 1 деление от положения 4-е деления, т.е. на 6-е деление. При работе в нормальных условиях переключатель работы КП соответствует работе с хронометром, отстающим на 2 сек. В противном случае точность измерения, как и в первом примере.

Плата реостата. Поправка хронометра должна быть проградунрована. Делается это следующим образом: в плате реостата устанавливается при том же положении, в котором положение измеряется величина задержки, как и обычно в работе. Включается и проверка командного прибора (с помощью контрольной лампы) в пределах задержки 0,5 (4,5 сек). По этим данным строится график, по которому для каждой поправки наводится нужное положение ручки реостата.

Градуировочная кривая может изменяться в том случае, если в схеме поправки хронометра изменены лампы, конденсатор, сопротивления или изменилось анодное напряжение. О величине последнего можно судить по показаниям амперметра. Если анодное напряжение упало настолько, что его нельзя довести до номинального значения при помощи реостата «Анодное напряжение», то необходимо сменить батареи.

Градуировочную кривую производить заново при каждом значительном изменении анодного напряжения или замене элементов схемы. Если схема поправки не включалась или работа ее протекала нормально, то градуировка производится не реже одного раза в месяц.

При работе пульта с односторонним хронометром схема преобразования должна проверяться перед каждым пуском КП (на слух по хронометру — интервал между двумя щелчками ШПС должен быть 5 сек). Перед началом работы, вставив кассету в фотокамеру, необходимо прогнать часть пленки, засветившуюся при зарядке на 5—6 кадров. Сделать это можно, находясь у головки, при помощи кнопки непосредственного управления электродвигателем или дистанционно кнопкой на пульте «Мотор».

В зависимости от того, производится пуск КП при открытом или закрытом obtюраторе, выдержки и промежутки между ними изменяются частями, что всегда нужно учитывать при задании программы.

При необходимости повернуть obtюратор (открыть или закрыть объектив) это можно сделать кнопкой «Мотор».

При работе на II скорости фотокамеры пуск КП нужно производить при закрытом obtюраторе, если выдержки 0,2, или при открытом obtюра-

торе, если съемка идет с длинными выдержками с промежутками 0,1 сек.

Если на пробной съемке изображение часов получается передержанным или недодержанным, то следует соответственно отрегулировать накал лампы в подвале реостата «Скорость часов».

Во время работы с фото КП должен находиться дежурный, следящий за работой фотокамеры, за состоянием часов и в случае необходимости сменяющий программу работы. При нарастании снегопада или дождя он должен успеть закрыть зеркало до того, как скопится любая значительная толщина слоя снега или дождя на поверхности.

Перед тем как приступить к работе, необходимо убедиться, что светометрическая температура окружающей среды выше 0°C, то есть «Снижение температуры часов» на панели не включается. Делается это потому, что при работе фотокамеры температура в термостате падает и часы, ставшие безбатарейными, могут остановиться. На практике от погрешности температуры термостата температурная ошибка всегда должна быть не более 0,1°C. Если температура окружающей среды ниже 0°C, то при фотосъемке часов, находящихся в термостате, необходимо поправить и при выводе часов, а также в течение съемки часов.

Стандартизация и градуировка часов осуществляется, как указано в инструкции к хронометру ФР-1, в соответствии с требованиями инструкции по съемке палочных часов на стр. 10.

Периодически следует проверять точность сравнения негативов со стандартным эталоном. Для этого следует использовать специальную величину, выходящую за пределы кадра, например, 10-миллиметровую линейку.

Уменьшение размытия часов и часовых стрелок производится фокусировкой при помощи объектива. В этом случае производится наводя фокусировка, при этом следует учитывать, отражающей способности зеркала последние, а также с помощью объектива.

При возникновении неисправности со стороны контактных механизмов, деталей необходимо заглянуть в КП и головку прибора.

Следует иметь в виду, что прибор не работает при выключенном напряжении накала.

УПРАВЛЕНИЕ ФОТОГРАФИЧЕСКОМ КАМЕРОМ

Для безотказной работы прибора все часы должны содержаться в чистоте. Кроме того, необходимо периодически производить их осмотр, удалять трудящиеся части и немедленно устранять замеченные неисправности.

Без необходимости не следует разбирать установку, производить изменения в электрической схеме, так как настройка, необходимая после разборки, сложна, требует много времени и может быть выполнена качественно лишь квалифицированным механиком.

В комплект прибора входит набор запасных частей и инструментов (ЗИП).

1. Оптическая система

Особенно важно следить за чистотой в обращении требующих зеркал. Следует тщательно следить за их чистотой. В рабочем состоянии зеркала должны быть плотно закрыты крышками.

Пыль с зеркала удаляется обдуванием холодным воздухом с помощью фена входящего в комплект фотокамеры, снег и обледенение удаляются обдуванием горячим воздухом.

Современно и успешно прикататься руками к оптическим поверхностям зеркал объектива, к оптическим линиям. Жирные пятна удаляются с тонкой ватой, смоченной в легком бензине (пропеллерный эфир) или в спирте ректификате.

При уменьшении отражающей способности зеркала заменяются по назначению ЗИПа после чего производится юстировка прибора.

2. Электросхема

Периодически (раз в 2-3 месяца) для удаления пыли следует продувать КИ с помощью фена.

Во время эксплуатации надо проверять напряжение в цепях, надежность подсоединения в панелях, своевременно заменять перегоревшие лампы.

Если во время работы выйдут из строя рабочие ЗИП, съемку производить на резервных. Замена ЗИП, реле счетчиков, ремонт монтажа производится в соответствии с прилагаемой к прибору монтажной схемой. Время от времени надо проверять состояние и чистоту соединительных проводов, чтобы вовремя предупредить возможные замыкания и обрывы.

В случае обнаружения неисправности последний отыскивается по цепочке и по принципиальным цепям при помощи тестера или пробника. При этом следует руководствоваться принципиальной и монтажной схемой и также с учетом электрической схемы, приведенной выше.

При замене терморегуляторов, следует оберегать их от нагрева, так как это вызывает нарушение регулировки биметаллической пластины. Ремонт терморегулятора производится согласно его схеме, которая находится внутри корпуса.

3. Фотокамера

Постоянно следует следить за чистотой фотокамеры и кассеты. После проточки 1500 м пленки производится чистка рабочих поверхностей грека и прижимной рамки от нагара. Грек извлекается из фотокамеры специальным ключом, загнутом концом которого поддевают края грека. На греке не должно быть царапин, заусениц, и т. д. Проверяются надежность крепления лептопроточных барабанов, хорошая посадка кассеты в фотокамере и плавность хода механизмов (проверить вращением головки обтюратора).

После проточки 1500 м пленки производится осмотр фотокамеры, как после 1500 м, кроме того, проверяется состояние коллектора электродвигателя, щеток и их пружин. Коллектор промывается бензином, а при наличии искрения зачищается стеклянной бумагой, после чего производится притирка щеток.

После проточки 9000 м, кроме работ, перечисленных выше, производится смазка зубчатых передач фотокамеры и кассеты смазкой 2ШПКА, имеющейся в ЗИПе. Старая смазка удаляется промывкой в бензине.

Смазка подшипников электродвигателя производится через 150 часов работы (т. е. раз в 3-4 мес., так как электродвигатель работает в импульсном режиме) смазкой ГСЛ, имеющейся в ЗИПе и изготовляемой на гидрированном кашалотном жире.

Для смазки необходимо:

1. Снять электродвигатель с фотокамеры.
2. Выбить штифт, крепящий на валу муфты соединения электродвигателя с механизмом, и снять муфту.
3. Снять кожух, закрывающий доступ к коллектору.
4. Расшплинтовать тормозную муфту и разобрать ее.
5. Вынуть щетки.
6. Отвернуть стяжные болты.
7. Снять крышку и выдвинуть якорь с подшипником (второй подшипник при этом остается в крышке тормозной муфты).
8. Промыть подшипники бензином.
9. Положить новую смазку ГСЛ, наполнив с шариками.
10. Собрать электродвигатель в порядке обратном разборке, избегая перекосов и больших усилий.
11. Испытать электродвигатель и установить его на фотокамере.

Следует следить, чтобы при перемене скоростей объектив был закрыт, при этом риски на обтюраторе и греке должны совпадать.

Пружинные контакты на фотокамере должны плотно прижиматься к контактам кассеты, однако сильно их отгибать не следует во избежание поломки при вставлении и вынимании кассеты.

Часть третья

Спектральные камеры С 180-С предназначены для получения на каждом спекле всей видимой части спектра дуги врткыката спекле 186 пропираторов для торнонта до торнонта. При таком использовании эти камеры вывели до функции патрунных спектрографов.

Возм. же использование камер C-140-S и в качестве бесшелевых спектрографов. В этом случае съемка ведется с широкой щелью и на снимках получаются монохроматические изображения полосы неба в виде вертикалы и ширину около 15°.

В состав камер С-180-5 входит 14 устройств фот. камер С-180. Одна копия в камерах обоих типов в закрытой камере: командный прибор, фотокамера, переносной прибор с соединительными кабелями, триггер и набор вспомогательных инструментов.*)

Хронометр в комплекте камеры C-180 S не обязателен, так как все эти установки имеют только на тех станциях, где есть фотокамеры C-180. Камеры «Хронометр» КП C-180-S можно присоединить к резисте «Импульсы Бесса» КП C-180 Соединить оба КП желательно к выводу хронометра нельзя, ибо в этом случае через контакты хронометра пойдет слишком большой ток.

ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КАМЕРЫ С-180-S

Препаративные зеркальные системы фотокамеры С 180 в оптическую систему, параллельно спектрографу, оканчиваются по-разному благодаря следствию специфической ее особенности: на пути от выпуклого зеркала к логнутому все лучи, попадающие в объектив фотокамеры, проходят неадекватно, на которой пересечения оси действенной системы, а следовательно, поверхность, на которой получается действительное и обратное изображение. Вследствие этого точка 153 (рис. 2а) отстоит на 183,5 мм от группы выпуклого зеркала на 1,34 мм от вершины выпуклого зеркала.

Фокальную поверхность системы зеркал можно считать плоскостью, так как она имеет радиус кривизны около 100 м. Диаметр изображения небосвода на этой поверхности 125 мм, а максимальное расстояние лучей от точки 153 около 10 мм.

В фокальной поверхности зеркальной системы камеры С-180-S помещена плоская диафрагма 106 с отверстием в центре диаметром 25 мм. Через это отверстие лучи попадают на вогнутое зеркало и, отразившись

* Диаметр отверстия выпуклого зеркала у камер C-160-S равен 81 мм а у C-160 45 мм В фотоаппарате C-160-S нет сетки в кадровом окне

от него, образуют на верхней стороне диафрагмы 106 действительное изображение небосвода. Щель 108 в диафрагме 106 вырезает нужную часть из этого изображения.

Лучи, прошедшие через шпиль 108, проходя далее через отверстие в центре выпуклого зеркала и каллимакторный объектив 109, отражаются под углом около 145° от диффракционной решетки 110 и попадают в объектив камеры 1.

Коллиматорный объектив, нук. изв. ф. фокусное расстояние
36,4 мм диаметр 8,1 мм

Диффракционная решетка (решетка) имеет 600 штрихов и размер 60х50 мм. Толщина стекла не менее 6 мм. Свет в 1 порядке при 6180 ангст. Плоскость решетки совпадает с оптической осью. Угол около 22 град.

Оправа дифракционной решетки закрепляется двумя винтами в рабочем положении.

Наибольшая отогнутость в центре диафрагмы 100% оказалась неприемлемой (прямая линия), т. е. горизонтальная черта оптически есть 1-й классификационной системы. Шель пришло к разделу в виде дуги окружности, не проходящей через нейтральное отверстие. Радиус кривизны этой дуги подобно так, чтобы при удалении шель оказался линия, отогнутой ители по совпадающей с боль при кугом наклоненным на 22° к горизонтальной оси перпендикулярной системы.

На рис. 32 изображен план диафрагмы при максимальном расширении шлети (отверстия заштрихованы). При сужении шлети створка, бо-
лее удаленная от центра диафрагмы, поднимается к центру, а другая
остается неподвижной. Узкая шель совпадает с ближайшим к центру
краем шлети шлей.

Максимальные раскрытие щели — 10 мкм. Установили, что щели образуются при возмущении микрометрической шкалы с барабанами 129 (рис. 15) с щелью толщиной 0,01 мм. Для предотвращения щелей щели от снятия выключили микрометр, ограничивающие минимальное раскрытие в пределах $\pm 0,01$ мм. Служить щель менее 0,1 мм опасно, так как при этом возможны снятие сил на узелках, а затем и самих щелей.

В камере С-180-S применена довольно сложная система диафрагмирования: 1) лежащие засветки спектрограммы прямым светом неба (помимо щели № 154 (рис. 23), образующей вместе с диафрагмой 106 и щелью в гонимом зеркале спусковой коробку, в камере С-180-S шесть диафрагм: 113, 123, 155, 112, 156, 157

Диафрагма 113 представляет собою цилиндр с фигурным вырезом. Развертку его показана на рис. 33. Диафрагма 123 — это цилиндрический чарок, саккуляющий котломоторный объем пив от прямой засветки через вырезы в диафрагме 113.

Диафрагма 155 закрывает неиспользуемые края комбинаторного объектива, а диафрагма 112 закрывает всю неиспользуемую часть выпуклого поля. На рис. 24 схематически изображены диафрагмированные части обоих этих краев и их центрального отверстия.

Диафрагма 156 представляет собой подвижный козырек, заслоняющий рабочие объекты со стороны, противоположной рабочей части горла горелки. Диафрагма 157 в виде съемного стакана предотвращает доуничтожения бликов от диафрагмы 113.

Поскольку в качестве экрана для камеры системы диафрагм полезно применять для этого нужно закрыть дифракционную решетку крышки и повернуть ее под углом около 15° к оси зеркальной системы. На крышку нужно положить плоское зеркало и с помощью какого-либо проекцион-

ного фонаря направить лучи в коллиматор яркий пучок параллельных лучей. Пучок табачный дым и отклоняя входящий параллельный пучок в пределах 10 градусов в разные стороны от оптической оси зеркальной системы, нетрудно проследить ход возможных лучей.

Следует иметь в виду, что нельзя просвечивать оптическую систему в обратном направлении, если в ее составе есть диффракционная решетка, потому что диффракционная решетка приходится исключать при проверке диафрагм.

При проверке системы диафрагм можно иметь расстояния точек пересечения средним лучом поверхностей выпуклого и вогнутого зеркала и шелевой фокальной и плоскости от оптической с.п. Эти расстояния (высоты лучей) обозначены соответственно h_0 , h и u . На рис. 34 они заданы графически, как функции от зумового расстояния бесконечно далекого точечного источника света от оптической оси. Зеркальной системы Масштаб от оси ординат в сантиметрах для h_0 дан справа, а для h и u слева.

На верхней стороне диафрагма 106 укреплена неоновая лампочка. Лучи от нее проходят через собирающий или сдвинутый световый фильтр и диафрагму и попадают на прямоугольный призму, установленную над шелью. Отразившись вниз и пройдя через ступенчатый ослабитель, лучи попадают в коллиматор. Таким образом, рядом со спектром поляризованного света получается спектр неона, что необходимо для определения длины волны и фотометрических характеристик. Сдвинутый световый фильтр подбирается так, чтобы интенсивности линии во всех частях спектра были приблизительно одинаковы.

Линии в спектре выделяются погнутыми неестественно кривыми шпала. Длина хорды спектральной линии, соответствующей дуге большого круга, простирающегося от торжонита до торжонита, равна 18 мм, а ее масштаб в среднем 10 нм/мм. Диск расположен на спектрограмме около 260 нм/мм.

Для того чтобы большой круг небесной сферы, вырезанный шпалой, соответствовал вертикали, то есть проходил через зенит, оптическую ось зеркала и системы пришлось наклонить на 22°30'.

Голова спектральной камеры (рис. 25) прикрепляется к основанию. Для установки в вертикали основное направление направляется на шариковом подшипнике. Головка может быть закреплена винтом в любом положении. С помощью индекса и шкалы достигается воспроизводимость установки прибора.

Основание имеет окно 121, из которых одно необходимо для доступа к выключателям обогрева нижнего зеркала, неоновой лампочке и к розеткам освещения, а во втором установлен термостат фотокамеры 125. В днище основания имеется отверстие, через которое проходит кабель от переходной коробки.

Оправа большого зеркала устроена так же, как и у фотографической камеры. Сверху на винтах укреплены диафрагма зеркала. На нижней стороне оправы находится 20 штатковых ШР для присоединения головки к переходной коробке, розетка шнура неоновой лампочки и выключатель обогрева нижнего зеркала и неоновой лампочки, розетка освещения. Последняя три и пяти закрыты общей крышкой. Здесь же крепится коробка термостата с помещенной внутри нее оправой диффракционной решетки.

Зеркало с диафрагмой скрывается крышкой 126 (рис. 25).

Коробка термостата фотокамеры разъемная. Для создания гер-

метичности полости большого зеркала на коллиматоре наложено кольцо облойной прокладкой.

Верхнее зеркало закреплено в оправе так же, как и в фотокамере с 180, но оправы 127 представляет собой трубу, внутри которой расположено диафрагма, здесь же помещена лампочка 128 и прикреплена ступенчатый ослабитель.

Для удобства выключения лампы на неоновой лампочке ее дуга имеет разъем. Включая разъем на контактах в розетку, мы выключаем розетку оптической лампы, но без необходимости отключать лампочку от розетки. В оправах имеются окна для выключения лампы на неоновой лампочке и ослабителя и ослабителя при установке лампы.

В нижней части оправы установлен датчик температуры и датчик давления. В нижней части оправы установлен датчик температуры и датчик давления. В нижней части оправы установлен датчик температуры и датчик давления.

Последняя в наборе оправа имеет датчик температуры и датчик давления. В нижней части оправы установлен датчик температуры и датчик давления.

Сверху оправы устанавливается крышка и 13 (рис. 7).

Об оправах большого зеркала в спектральной камере отсутствует.

II. ФОТОМЕТРИКА

Фотометрическая труба 127 (рис. 28) имеет два окна, лепнотрапезный и малый, для измерения спектров и измерения яркости.

На большой оконный диаметр устанавливается головка для спектральной камеры. Туба имеет переходную камеру, в которой и размещается датчик температуры и датчик давления. Туба имеет два окна, лепнотрапезный и малый, для измерения спектров и измерения яркости.

Результатом работы фотометрической трубы является измерение яркости спектров. Для этого необходимо установить фотометрическую трубу в положение, соответствующее измерению яркости спектров. Для этого необходимо установить фотометрическую трубу в положение, соответствующее измерению яркости спектров. Для этого необходимо установить фотометрическую трубу в положение, соответствующее измерению яркости спектров.

Внутренняя часть фотометрической трубы имеет датчик температуры и датчик давления. В нижней части фотометрической трубы установлен датчик температуры и датчик давления. В нижней части фотометрической трубы установлен датчик температуры и датчик давления.

Кроме того, фотометрическая труба имеет датчик температуры и датчик давления. В нижней части фотометрической трубы установлен датчик температуры и датчик давления. В нижней части фотометрической трубы установлен датчик температуры и датчик давления.

Основные данные фотоприставки

1. Электродвигатель типа СЛ-240с, напряжение питания 24 в 1,9 ампера, $n=3700$ об/мин управляется от КП С-180-S.
2. Скорости протягивания пленки: при гиперсенситбилизации 3,75 м/мин $\rightarrow$ 6,25 см/сек; при записи вариаций 7,5 м/мин $\rightarrow$ 45 см/час
3. Емкость кассеты 60 м
4. Пленка 35-мм перфорированная
5. Длина окружности колеса, воспринимающего изменения напряженности магнитного поля, 90 м, число витков в нем — 16

Рассмотрим кинематическую схему фотоприставки (рис 28)

Электродвигатель 131 через червяк 135, шестерню 136 и червяк 137 сообщает движение червячному колесу 138, свободно сидящему на своем валу. Одновременно от шестерни 136 через 140 139 и 111 движение передается шестерне 142, тоже свободно сидящей на оси.

Шестерни 138 и 142 соединяются с валом посредством муфты переключения скоростей 143, управляемой рукояткой 144 на передней стенке фотоприставки (рис. 27). Муфта свободно скользит вдоль вала, но благодаря шпонке вращается с ним как одно целое. Кудачками, входящими в отверстия, муфта соединяется либо с шестерней 138, либо с 142. При этом получают различные передаточные отношения т.е. различные скорости вращения вала.

Далее через червяки 145 и 146 движение передается на шестеренку 147, с которой сцепляется приводная шестерня 148 кассеты.

Кассета фотоприставки по кинематической схеме подобна кассете фотокамеры, но конструктивно от нее отличается. Транспортировка пленки осуществляется зубчатым барабаном кассеты через зубчатый ролик, чем достигается равномерное движение пленки.

Таким образом, кассета камеры и фотоприставки взаимозаменяемы.

Проверка фокусировки фотоприставки может быть осуществлена при помощи микроскопа (фокусирующей кассеты) фотокамеры.

Управление фотоприставкой осуществляется на КИП 8-штырьковый штепсельный разъем III на правой стенке КП при помощи кабеля соединяется с разъемом III фотоприставки 119 (рис. 26).

На задней стенке фотоприставки установлены также розетка лампочки отсчетов времени ШШ 150 (рис. 26) и четырехштырьковый ШР для подключения лампочек, сигнализирующих о срабатывании претнходных реле. Здесь же помещается кнопка 151 замка кассеты.

К задней стенке фотоприставки привинчен кожух электродвигателя 152.

На передней стенке находятся трубка 133 (рис. 27) и рукоятка переключения скоростей 141 (рис. 27, 28).

Фотоприставка крепится при помощи ласточкин хвост к специальной планке, привинчиваемой к столу.

III ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ С-180-S

Электрическая схема С-180-S отличается от описанной выше отсутствием счетистметра, отметчиков, обогрева зеркала и введением новых цепей — основной лампы и фотоприставки. Отсутствующие в камере С-180-S цепи на принципиальной схеме показаны пунктиром.

Переключатель В на панели внутри КП при работе со спектраль-

ной камерой ставится в положение «Спектр». При этом от батареи сухих элементов через клеммы К₁, К₂ и контакты 10 и 18 26-штырьковой ШР на основную лампочку ПЛ подается напряжение 80 в. Лампочка типа МН18 имеет потенциал зажигания 65—85 в. Подток напряжения катоду сопротивлен шим R₁, введенным под палец в переходной коробке слева от ШР телефона. Если лампочка не зажигается (что может произойти из-за ее старения), сопровождающегося повышением потенциала анода, или при разряде батареи, нужный потенциал на палец лампочки может быть выведен из соответствующей регулировки R₂.

При правильном ее включении спектры разной формы и горит лишь одна лампочка питания. Палец должен соединяться с плюсом. Нормальный срок службы лампочки — 200 часов.

Выключение основной лампы производится однополюсным выключателем В, расположенным на нижней стороне оправы большого зеркала рядом с разъемом переходной лампочки.

Рассмотрим электрическую схему фотоприставки. Питание основной лампы М₁ подается от сети обогрева зеркала через клемму К₁ и 10-штырьковую ШР. Выключатель В₁ фотоприставки (розетка R₁ «Мотор фотоприставки», вывод 2ШШ, ШШ, электр. динамик, вывод 3 штепсельного разъема, минус источника питания).

При срабатывании R₁ вспыхивает лампочка ЛН₁ отсчетов времени. Достигается это следующим образом: выводы 2 и 5 ШШ закорочены, так что контакт 5 ШШ при включенном электродвигателе оказывается соединенным с плюсом источника питания. При срабатывании реле замыкается цепь плюс источника питания, датское сопротивление R₂, контакты 3—4 II реле R₂, вывод 8 ШШ и ШШ, розетка ШШ на фотоприставке, лампочка отсчетов времени, вывод 3 ШШ и ШШ, минус источника питания.

Необходимость ведения R₂ обусловлена тем, что лампочка ЛН₁ неэквивалентна, а напряжение на нее подается от источника в 24 в.

Лампочки, сигнализирующие о срабатывании предвыходных реле, присоединяются к выводам 1—4 и 1—7 ШШ, ШШ. Для удобства подключения эти контакты можно соединить с четырехштырьковым ШР фотоприставки.

Легко проследить по принципиальной схеме, лампочки будут вспыхивать при замыкании контактов 1—2 IV реле R₁ и 1—2 IV реле R₂. Провод, идущий от контакта 1ШШ к лампочкам, является общим; в его разрыв подключается источник питания, так как от цепей КИП на эти лампочки напряжение не подается.

Часть четвертая

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СПЕКТРАЛЬНОЙ КАМЕРЫ

1. ПОСТАНОВКА ОПТИКИ

Установка зеркал производится так же, как и в фотокамере С-180. Перед большим зеркалом на винтах устанавливается диафрагма.

Положение плоскости щели в фокусе объектива обеспечивает заданной регулировкой. При установке верхнего зеркала необходимо следить за тем, чтобы создаваемое им изображение было сфокусировано на щель. Для этого, открыв окно в оправе заднего зеркала, и поместив перед щелью белую бумагу и на этом экране анализ по изображению качество изображения лампочки, расположенной в 2,5-3 м от объектива. Передняя лампочка вдоль вертикали, проверяя фокус, оптические участки щели. При необходимости фокусировка может быть произведена изменением толщины прокладочных колец под зеркалом.

При вращении регулировку, окно в оправе закрывают и приступают к проверке качества спектра и фокусировке фотокамеры. Головка камеры помещается в затемненном помещении. При помощи фокусировочной катушки при диафрагме 1,5 проверяется качество спектра и находится положение визуального фокуса, после чего производится фокусировка фотика (см. «Фокусировка камеры»). Стежка обязательно должна производиться при закрытом термостате, чтобы на решетку не попадал рассеянный свет.

Одновременно проверяется качество неопового спектра, снимаемого через ступенчатый ослабитель, и плотность изображения часов.

II. СЪЕМКА СПЕКТРОВ ПОЛЯРНЫХ СИЯНИЙ И РАБОТА С ФОТОПРИСТАВКОЙ

Установка, включение, проверка и наладка КП производится так, как описано выше. Кассеты «Хронометр» подключаются к розетке «Блок» КП С-180 специальным шнуром, входящим в комплект спектральной камеры.

При запуске программы, кроме изменения частоты съемки, величины выдержек и диафрагмы, могут меняться также ширина щели и положение головки.

Необходимо следить, чтобы в нерабочем состоянии прибора диафрагма с прорезью была снята с оправы верхнего зеркала, а вместо нее была надет крышка. Попадание снега внутрь недопустимо, так как, во-первых,

снег может забить щель, отверстие диафрагмы и неоновую лампочку, а во-вторых, может нарушить, и плотность хода подвижной щели щели.

В остальном обслуживание камеры С-180-S не отличается от обслуживания фотокамеры С-180.

Данные ступенчатого ослабителя приподнять в предлагаемом к нему паспорте.

Фотоприставка устанавливается на столе и соединяется с КП. Перед ней устанавливается пелена пылезащитная и лампочка, включение и выключение которой производится экспериментальным способом при помощи фокусировочной катушки, а затем производится фотографирование. Кассета гальванометра соединяется с магнитным кольцом, расположенным на ремне выше щели.

Зарядка кассеты фотопривода ничем не отличается от зарядки кассеты фотокамеры.

Включение фотопривода производится тумблером «Фотопривод» на КП. При замыкании щели начинает работать электродвигатель и подается напряжение на лампочку, отсчет времени.

Перед зарядкой в кассету фотопривода пленка может быть подведена гиперэкспозиции на фотопривод. Для этого ее зажимают в кассету фотопривода и с помощью створчатых протыгивают щель щели, прека, освещенной лампочкой (рис. 30). Режим подсчетки по времени, отсчитывая путем, время при гиперэкспозиции должна иметь значение порядка 0,3.

После окончания съемки щель можно пропускать при выключенном электродвигателе.

При необходимости в трубу могут быть повернуты имеющиеся в комплекте пелены фотопленки 5 и 10 м.

После окончания работы при работе фотопривода должна быть включена, так как иначе не будет работать электродвигатель.

III. УХОД ЗА СПЕКТРАЛЬНОЙ КАМЕРОЙ

1. Оптическая система

Чистка зеркал С-180-S производится так, как это описано в разделе «Уход за фотографической камерой».

Внимательно следите за тем, чтобы под диафрагму большого зеркала не набивался снег, который может там скапливаться в сплошную массу и вредить зеркало.

Чрезвычайно высокая аккуратности в обращении требует реплика желатиновой ее слои легко повреждается, поэтому следует всячески оберегать поверхность термостата от пыли и влаги.

Реплику необходимо защищать от механических повреждений, загрязнений и химических воздействий, чтобы надолго сохранить ее оптические свойства. Следует особенно оградить реплику от щелочей, так как они легко растворяют алюминий.

Рекомендуется соблюдать следующие меры предосторожности.

1 При установке реплики в прибор обеспечивать хорошую защиту ее от пыли, для этой цели реплика должна быть достаточно герметичным. В тех случаях, когда это невозможно сделать, необходимо иметь местную защиту. В нерабочем состоянии реплику следует закрывать крышкой прибора.

2 Не прикасаться к защитной поверхности реплики пальцами.

чи или какими-либо предметами, даже мягкими (ватой, беличьей кисточкой и др.).

3. Не разговаривать над открытой репликой во избежание попадания на нее слюны.

4. Проводить чистку реплики возможно реже. Рекомендуется при изменении следующего способа чистки рабочей поверхности реплики: пылью удалять сдуванием струей чистого воздуха (не пользоваться сжатым воздухом).

Для удаления жировых загрязнений выпустить реплику на оправы и промыть 2—3 раза в легких фракциях бензина (нестройный эфир); при сильном загрязнении реплики можно допустить в процессе промывания ее в эфире легкое протирание куском мягкой, чистой ваты обильно смоченной флюидом (движения делать только вдоль штрихов в одном и том же направлении). Однако эту операцию проводить в самых крайних случаях и поручать ее лицам, знающим свойства реплик и чистых оптических поверхностей.

Периодически следует проверять через окно в оправе верхнего зеркала состояние щели, отсутствие на ней снега, пыли, легкость хода микрометрического винта, отсутствие перекосов подвижной створки и заборки на ней.

Плоский хвост щели смазывается специальной морозостойкой смазкой. Ни в коем случае не допускается разборка щели, так как подвижные ее части приточены с очень большой точностью, которая при разборке неминуемо будет нарушена.

Чистка щели производится следующим образом: установив ширину 0,3—0,4 мм, в щель вдвигают конец заостренной спицы, которой проводят несколько раз вдоль щели в одном направлении.

2. Фотоприставка

Уход за фотоприставкой аналогичен уходу за камерой.

В сроки, указанные для фотокамеры, производится очистка трека (следует внимательно следить за состоянием щели в нем), смазка подшипников электродвигателя и шариковых валков. Для доступа к ним снимается задняя стенка фотоприставки. Трек фотоприставки, как и трек камеры, вынимается специальным ключом.

Приложение № 1.

ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ УСТАНОВОК С-180 и С-180-S

Ниже приводится список наиболее часто встречающихся неисправностей в работе приборов. Такие очевидные неисправности, как перегорание лампочек, обрыв цепи и т. д., в таблицу не включены.

№ № п.п.	Причина	Устранение
1	Цепь питания	4
2	При включении гудка не работает	3
3	При включении гудка не работает	3
4	При включении гудка не работает	3
5	При включении гудка не работает	3
6	При включении гудка не работает	3
7	При включении гудка не работает	3
8	При включении гудка не работает	3
9	При включении гудка не работает	3
10	При включении гудка не работает	3
11	При включении гудка не работает	3
12	При включении гудка не работает	3
13	При включении гудка не работает	3
14	При включении гудка не работает	3
15	При включении гудка не работает	3
16	При включении гудка не работает	3
17	При включении гудка не работает	3
18	При включении гудка не работает	3
19	При включении гудка не работает	3
20	При включении гудка не работает	3
21	При включении гудка не работает	3
22	При включении гудка не работает	3
23	При включении гудка не работает	3
24	При включении гудка не работает	3
25	При включении гудка не работает	3
26	При включении гудка не работает	3
27	При включении гудка не работает	3
28	При включении гудка не работает	3
29	При включении гудка не работает	3
30	При включении гудка не работает	3
31	При включении гудка не работает	3
32	При включении гудка не работает	3
33	При включении гудка не работает	3
34	При включении гудка не работает	3
35	При включении гудка не работает	3
36	При включении гудка не работает	3
37	При включении гудка не работает	3
38	При включении гудка не работает	3
39	При включении гудка не работает	3
40	При включении гудка не работает	3
41	При включении гудка не работает	3
42	При включении гудка не работает	3
43	При включении гудка не работает	3
44	При включении гудка не работает	3
45	При включении гудка не работает	3
46	При включении гудка не работает	3
47	При включении гудка не работает	3
48	При включении гудка не работает	3
49	При включении гудка не работает	3
50	При включении гудка не работает	3
51	При включении гудка не работает	3
52	При включении гудка не работает	3
53	При включении гудка не работает	3
54	При включении гудка не работает	3
55	При включении гудка не работает	3
56	При включении гудка не работает	3
57	При включении гудка не работает	3
58	При включении гудка не работает	3
59	При включении гудка не работает	3
60	При включении гудка не работает	3
61	При включении гудка не работает	3
62	При включении гудка не работает	3
63	При включении гудка не работает	3
64	При включении гудка не работает	3
65	При включении гудка не работает	3
66	При включении гудка не работает	3
67	При включении гудка не работает	3
68	При включении гудка не работает	3
69	При включении гудка не работает	3
70	При включении гудка не работает	3
71	При включении гудка не работает	3
72	При включении гудка не работает	3
73	При включении гудка не работает	3
74	При включении гудка не работает	3
75	При включении гудка не работает	3
76	При включении гудка не работает	3
77	При включении гудка не работает	3
78	При включении гудка не работает	3
79	При включении гудка не работает	3
80	При включении гудка не работает	3
81	При включении гудка не работает	3
82	При включении гудка не работает	3
83	При включении гудка не работает	3
84	При включении гудка не работает	3
85	При включении гудка не работает	3
86	При включении гудка не работает	3
87	При включении гудка не работает	3
88	При включении гудка не работает	3
89	При включении гудка не работает	3
90	При включении гудка не работает	3
91	При включении гудка не работает	3
92	При включении гудка не работает	3
93	При включении гудка не работает	3
94	При включении гудка не работает	3
95	При включении гудка не работает	3
96	При включении гудка не работает	3
97	При включении гудка не работает	3
98	При включении гудка не работает	3
99	При включении гудка не работает	3
100	При включении гудка не работает	3

1	2	3	4
4	Залипает ШИЧ	Не размыкаются контакты 3, 4 IV P ₁	Отрегулировать.
5	При съемке ШИЧ срабатывает одновременно с P ₀	а) Вн стоит в положении «Стандарт»; б) неработающий ШИС стоит в положении «Б»	а) Поставить в другое положение б) То же.
6	При включенном В ₀ перескок отсутствует	Не замыкаются контакты P ₄	Отрегулировать
7	Наблюдаются ложные перескоки	Закорочены сопротивления R ₄ , R ₅ и R ₆	Проверить и исправить
8	В каком-либо из положений ШИС и ШИМ не подается импульс на предвыходные реле	а) Неправильно соответствующий выключатель, б) обрыв провода	а) Заменить. б) проверить тестером и исправить
9	Выдержки и промежутки между ними и между кадрами	Не срабатывает мотор камеры	Послать дополнительный импульс при помощи КН ₁ (КН ₂)
10	Контакты реле сильно искрят и обгорают	Реле не соответствует искривлению контактов	Исправить
11	Ламповые схемы выключены, но стабилитроны не затормаживаются	а) Не какое-либо напряжение б) Не срабатывает P ₁ (P ₄)	а) Отрегулировать при помощи R ₄ или заменить батарею; б) проверить цепи питания и исправить повреждение
12	Стабилитроны не гаснут	а) Повреждение C ₁ и C ₂ , б) залипают P ₁ (P ₄)	а) Заменить, б) см. П. 6.
13	Ламповые схемы работают, но ШИС не передвигается	Не замыкаются контакты P ₂ (P ₃)	Отрегулировать

1	2	3	4
14	Длительность импульса на выходе не равна 0,5 сек	Парушена установка схемы	Отрегулировать при помощи R ₁ (R ₂)
15	Продолжительность импульса ШИС не 1 сек, а 0,5 сек	Парушена установка схемы	Отрегулировать при помощи R ₁
16	Продолжительность импульса ШИС не 1 сек, а 0,5 сек	Вн стоит в положении «Б»	Перевести в положение «1 сек»
17	Не работает фотоприставка	а) Выключатель не работает, б) не работает батарея	а) Проверить, б) заменить
18	Не работает фотоприставка	Выключатель не работает	Выключить
19	Вал электродвигателя фотоприставки вращается в обратную сторону	Неправильная полярность подключения питания	Исправить
Фотокамера			
20	При подаче напряжения электродвигатель не работает	а) Недостаточное напряжение, б) заедание в механизме из-за неустойчивости смазки, в) закусывание шестерен, г) нарушение регулировки тормоза и т.д.	а) Проверить и увеличить, б) очистить камеру и трубу от пыли, смазать, в) проверить, обточить, г) проверить и отрегулировать
21	При подаче напряжения электродвигатель не работает	а) Замыкание в цепи КН ₁ , КН ₂ , КН ₃ , КН ₄ , б) обрыв провода, соединяющего КН ₁ с КН ₂ , в) обрыв провода, соединяющего КН ₃ с КН ₄ , г) обрыв провода, соединяющего КН ₁ с КН ₃ , д) обрыв провода, соединяющего КН ₂ с КН ₄	а) Проверить и устранить, б) проверить и устранить, в) проверить и устранить, г) проверить и устранить, д) проверить и устранить
22	При подаче напряжения электродвигатель не работает	а) Замыкание в цепи КН ₁ , КН ₂ , КН ₃ , КН ₄ , б) обрыв провода, соединяющего КН ₁ с КН ₂ , в) обрыв провода, соединяющего КН ₃ с КН ₄ , г) обрыв провода, соединяющего КН ₁ с КН ₃ , д) обрыв провода, соединяющего КН ₂ с КН ₄	а) Проверить и устранить, б) проверить и устранить, в) проверить и устранить, г) проверить и устранить, д) проверить и устранить

1	2	3	4
22	Красная лампочка долго не загорается или не гаснет	Не протягивается пленка из-за неправильной установки величины петли или из-за обрыва	Перезарядить кассету
23	Отсутствует изображение часов	Перегорела одна из лампочек ЛН ₁ ; ЛН ₂ ; ЛН ₃ (ЛН ₁ ; ЛН ₂ ; ЛН ₃)	Заменить
24	Изображение часов передержано или недодержано	а) Слишком большая или недостаточная яркость горения лампочек подсветки б) см п 29. в) сбит obtyратор	а) Отрегулировать при помощи R ₁₈ (R ₁₉) в) установить по рискам
25	Отсутствует изображение отпечатков	сбиты кассетомоторы - отметчиков	Выставить и закрепить
26	Obturator не полностью выключается или открывает объектив	а) Не совпадают скорости риска на obtyраторе и совпадает с риском на треке б) см п 29	а) Поставить маховичок переключения скоростей в нейтральное положение и совместить риски
Головка			
27	Полость термостата передерживает	Не работает терморегулятор	Заменить
28	Обогрев включен, но полость термостата не нагревается	а) То же, б) обрыв цепи или несколько обрывов тел	а) То же б) То же
29	Не горят отметчики	а) Счетчики забиты снегом, б) не работает регулировка яркостей, в) В-стоп в положении «Спектр»	а) Очистить, б) отрегулировать при помощи R ₆ , R ₁₀ , R ₁₁ , в) поставить в положение «Фото»

1	2	3	4
30	Не горит неоновая лампочка	а) Неправильное включение, б) В-стоп в положении «Фото»	а) Изменить полярности, б) поставить в положение «Спектр».
31	Головка G-180-S не вращается	Загрязнен или забит снегом подшипник	Разобрать, очистить и смазать
32	Не вращается микрометрический винт регулятора ширины щели	На щели осела влага	Снять щель и просушить при комнатной температуре
Оптическая схема			
33	Ухудшение резкости изображения	а) Расфокусирована фотокамера б) на зеркалах осела влага	а) Отфокусировать, б) удалить при помощи фены
34	Спектр смещен	а) Загрязнена щель, б) неправильная установка диафрагмы.	а) Очистить, б) исправить
35	Систематические недодержки	Помутнение зеркал и дифракционной решетки	Заменить

Приложение № 2
ПЕРЕЧЕНЬ ОБОЗНАЧЕНИЯ НА ИЛЛЮСТРАЦИЯХ

№№ обозн.	НАИМЕНОВАНИЕ	№№ фото
1	Выпуклое сферическое зеркало	4
2	Вогнутое сферическое зеркало	4
3	Коллимационная линза	4
4	Объектив фотокамеры	4, 23
5	Войлочная прокладка	5
6	Стопорный винт для крепления фасонного проволочного кольца	5
7	Обогреватель	5
8	Терморегуляторы	5
9	Стойка оправы коллимационной линзы	5
10	Войлочная прокладка	5
11	Стойки крепления оправы верхнего зеркала к основанию головки	6
12	Крышки нижнего и верхнего зеркала	7
12	Крышка оправы верхнего зеркала с обогревателем и терморегулятором	7
13	Розетки для включения отсечки	8
14	Розетка переносной лампочки	8
15	Штепсельный разъем для подвода питания к фотокамере	8
16	Отсечка «север-юг»	6
17	Визир	5
18	Приливы для соединения с распорками треугольниками	6
19	Стопорный винт для крепления шарового шарнира	6
20	Корпус фотокамеры	10
21	Обогреватель и терморегулятор для часов	10
22	«Победа» в фотокамере	10
23	Головка обтюратора фотокамеры	11
24	Объектив	11
25	Шестерня фокусировки	11
26	Шестерня диафрагмирования	11
27	Коробка с часами	11
28	Шестерня завода часов	11
29	Контакт головки обтюратора	11
30	Терморегулятор системы обогрева камеры	11
31	Маховичок диафрагмирования объектива	11
32	Маховичок фокусировки объектива	11
33	Ласточкин хвост для крепления фотокамеры в головке	12
34	Валики диафрагмирования и фокусировки объектива	12

№№ обозн.	НАИМЕНОВАНИЕ	№№ фото
35	Валик завода часов	12
36	Кнопка замка кассеты	12
37	Маховичок перевода скоростей	12
38	Электродвигатель фотокамеры	12
39	Кнопка непосредственного управления электродвигателем	12
40	Штепсельный разъем для подачи управляющих импульсов	12
41	Редуктор	12
42	Кулачковый механизм с контактами	12
43	Трек пленки	12
44	Грейфер	12
45	Электродвигатель фотокамеры	13
46	Муфта	13
47	Червяк	13
48	Червячное колесо	13
49 52	Две пары конических и цилиндрических шестерен	13
53	Шестерня вращения	13
54-55	Шестерня первичного вала	13
56-57	Шестерня вторичного вала	13
58	Червяк	13
59	Червячное колесо	13
60	Шестерня камеры	13
61	Шестерня	13
62	Нижняя крышка кассеты	14
63	Плато кассеты	14
64	Верхняя крышка кассеты	14
65	Подающая бобина	14
66	Принимательная бобина	14
67	Кодовка	14
68	Застежки верхней крышки кассеты	14
69	Счетчик метража неэкспонированной пленки	10
70	Ролик счетчика метража неэкспонированной пленки	14
71	Шестерня кассеты	14
72	Дентопротяжной барабан	13
73	Дентопротяжной барабан	13
74	Паразиты	13
75	Шестерня принимающей бобины в кассете фотокамеры	13
76	Матовое стекло фокусирующей кассеты	16
77	Маховичок фокусировки кассеты	16
78	Винт крепления фокусирующей кассеты	16
79	Крошечный крепежный фотокамеры	8

№№ обозн.	НАИМЕНОВАНИЕ	№№ фото
80	Винт с барашком для крепления фото-камеры	8
81	Г-образный прижим	8
82	Выключатели обогревателей большого и малого зеркала	8
83	Поларизованное реле Р	18
84	Лампа Л ₁ типа 6Н15П	18
85	Конденсатор С ₁ МВГП-2	18
86	Стабилизатор типа СГ-2С	18
89	Лампа Л ₂ типа 6Н15П	18
90	Переменное сопротивление R ₁	18
91	Шаговые искатели типа ШИ-11	18
94	Реостат R ₁₀ «Освещение часов I пр»	18
95	Реостат R ₁₁ «Освещение часов II пр»	18
96	Реостат R ₁₂ «Напряж. отсчетника»	18
97	Реостат R ₁₃ «Юг»	18
98	Реостат R ₁₄ «Север»	18
99	Реостат R ₁₅ «Анодное напряж.»	18
100	Реостат R ₁₆ «Напряж. накала»	18
101	Реостат R ₁₇ «Камеры»	18
102	Окно верхней крышки термостата	22
103	Заглушка окна термостата	22
104	Штепсельный разъем	22
105	Выпуклое сферическое зеркало	23
106	Диафрагма	23
107	Вогнутое сферическое зеркало	23
108	Шель	23
109	Коллиматор	23
110	Дифракционная решетка	23
111	Пленка	23
112	Диафрагма выпуклого зеркала	23
113	Шелевая диафрагма	23
114	Переключатель рода работ	23,25
115	Регулировка длительности импульса	18
116	Штепсельный разъем, к которому подводится 90-метровый кабель	21
117	Штепсельный разъем, от которого подводится кабель на головку установки	21
118	Штепсельный разъем, от которого подводится кабель на зенитную камеру	21
119	Зубчатый барабан для подающей бобины кассеты	14
120	Зубчатый барабан для принимающей бобины кассеты	14
122	Шестерня для совмещения белой риски обтюратора с неподвижной белой отметкой	12

№№ обозн.	НАИМЕНОВАНИЕ	№№ фото
123	Корырек	23,25
124	Окно в основании головки	25
125	Термостат, установленный в окне основания головки	25
126	Крышка нижнего зеркала	25
127	Оправа верхнего зеркала	25
128	Неоновая лампочка	25
129	Винт регулировки шели	25
130	Барашек для крепления шелевой диафрагмы	25
131	Шель трека фотопроставки	26
132	Вилка для подключения лампочки фотопроставки к источнику питания	26
133	Тубус фотопроставки	27
134	Мотор фотопроставки	28
135	Червяк	28
136	Шестерня	28
137	Червяк	28
138	Червячное колесо	28
139	Передаточные механизмы	28
140	Шестерня	28
141	Муфта переключения скоростей	28
142	Ручка переключения передач	28,27
143	Передаточные червяки	28
144	Шестерня	28
145	Приводная шестерня кассеты	28
146	8-штырьковый штепсельный разъем фотопроставки	26
147	Розетка лампочки отсчета времени	26
148	Кнопка замка кассеты	26
149	Кожух электромотора фотопроставки	26
150	Точка фокальной поверхности	23
151	Цилиндр верхнего зеркала	23
152	Диафрагма коллиматора	23
153	Подвижный козырек	23
154	Съемный стакан	23

Приложение № 3
ПЕРЕЧЕНЬ ИЛЛЮСТРАЦИЙ

№ № рис.	НАИМЕНОВАНИЕ
1	Общий вид фотокамеры С-180
2	Общий вид спектральной камеры С-180 S
3	Общий вид командного прибора
4	Оптическая схема С-180
5	Головка со снятым нижним зеркалом
6	Общий вид головки с зеркалами без крышки
7	Крышки
8	Головка с камерой (вид снизу)
9	Коробка термостата
10	Общий вид фотокамеры
11	Фотокамера со стороны объектива
12	Фотокамера со стороны электродвигателя
13	Кинематическая схема фотокамеры
14	Кассета
16	Фокусирующая кассета
18	Командный прибор с открытой крышкой
20	Щит
21	Переходная коробка с телефоном
22	Зенитная фотокамера в термостате
23	Оптическая схема С-180-S
24	Схема рабочих участков зеркала
25	Головка С-180-S
26	Общий вид фотоприставки
27	Общий вид фотоприставки со стороны тубуса
28	Кинематическая схема фотоприставки
29	Общий вид сенситометра ФСП-4 и пульт питания
30	Общий вид хронометра МХ-6
31	Принципиальная схема С-180 и С-180-S
32	План целевой диафрагмы
33	Развертка диафрагмы с прорезями
34	График для кривых I_x , I_y и u
35	Негатив съемки полярного сияния, полученный камерой С-180
36	Негатив съемки спектра полярного сияния, полученный камерой С-180-S
	а) со щелью 0,2 мм,
	б) со щелью 10 мм

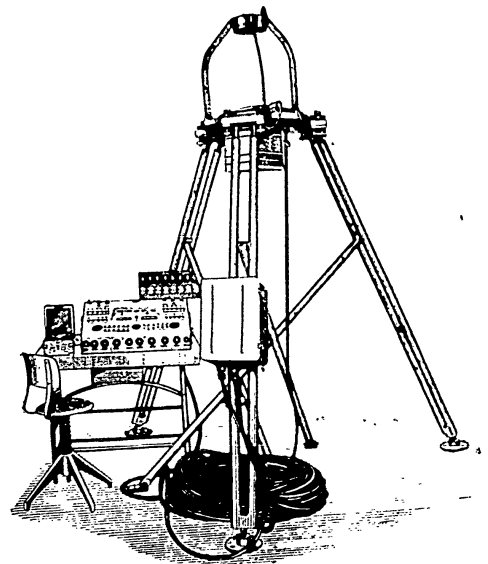


Рис. 1. Общий вид аппарата С-180



Рис. 1

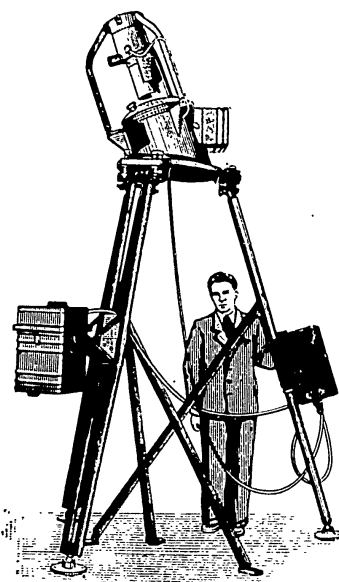


Рис 2 Общий вид спектральной камеры С-180-5



Рис. 2

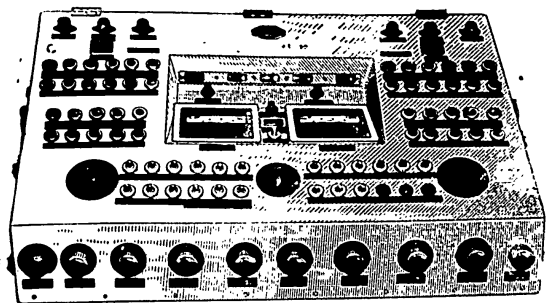


Рис 3 Общий вид командного прибора

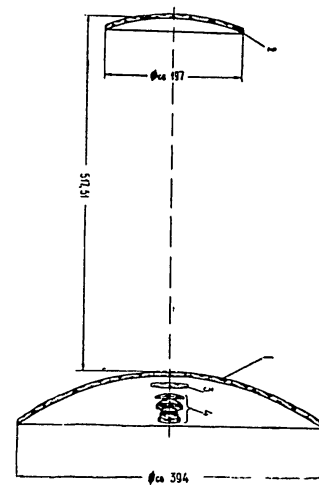


Рис 4 Оптическая схема С-180

Рис. 3 и 4

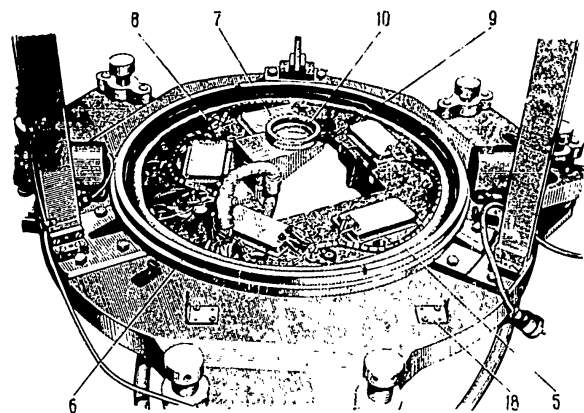


Рис. 5 Головка со снятым нижним зеркалом

SECRET

Рис. 5

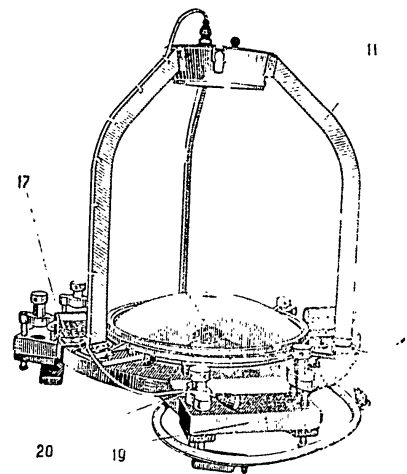


Рис. 6. Общий вид прибора с зеркалами без крышек

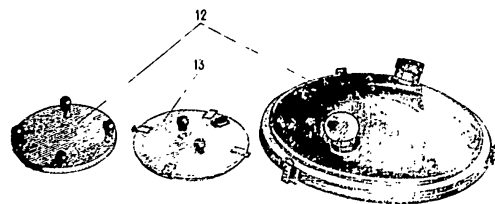


Рис. 7. Крышки

Рис. 6 и 7

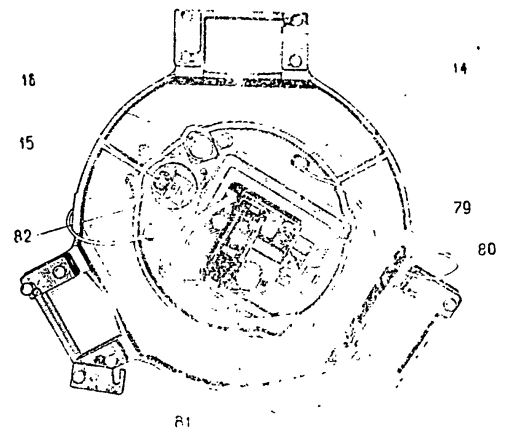


FIG. 8. Exploded view of the camera housing.

Рис. 8

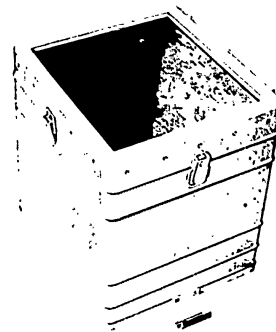


Рис. 9. Коробка, изобретение 1.

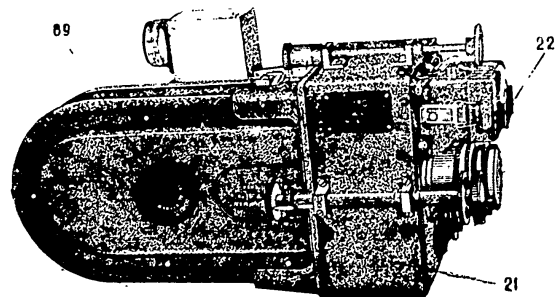


Рис. 10. Общее устройство замка.

Рис. 9 и 10

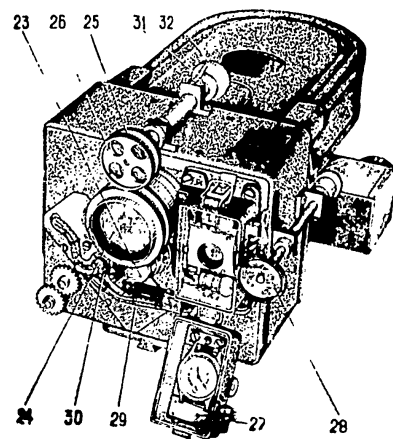


Рис 11. Фотокамера со стороны объектива

Рис. 11

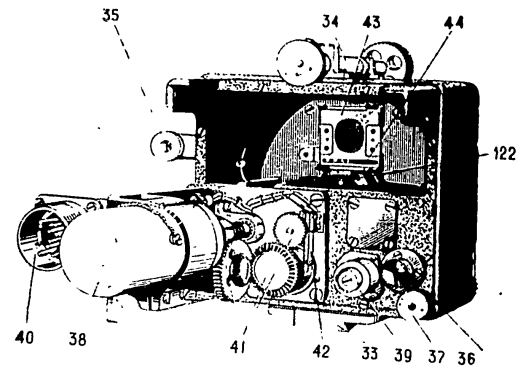


Рис. 12 Фотокамера со shutter' электропитания

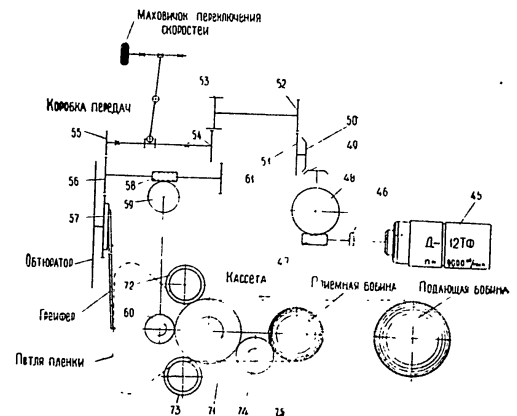


Рис. 13 Кинематическая схема фотокамеры

Рис. 12 и 13

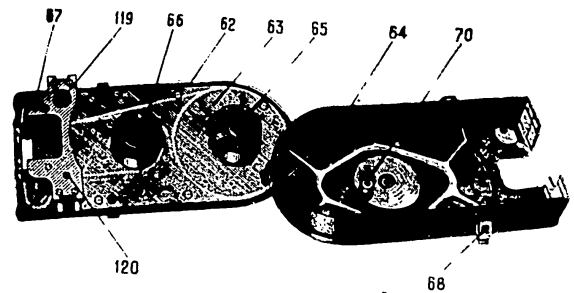


Рис. 11 Кассета

Рис. 14

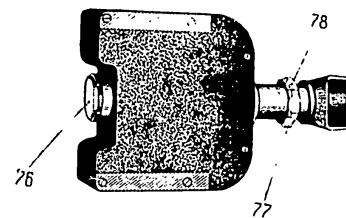


Рис. 16 Фокусирующая кассета



Рис. 16

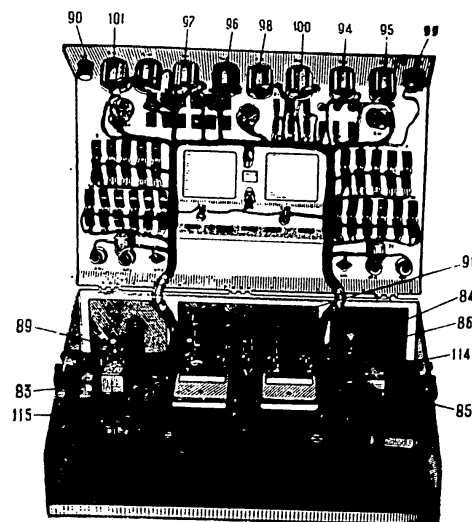
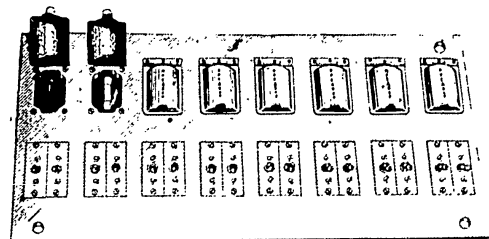


Рис. 18 Командный прибор с открытой крышкой

Рис. 18

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2014/03/05 : CIA-RDP81-01043R003800230005-6



Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2014/03/05 : CIA-RDP81-01043R003800230005-6

Рис. 20

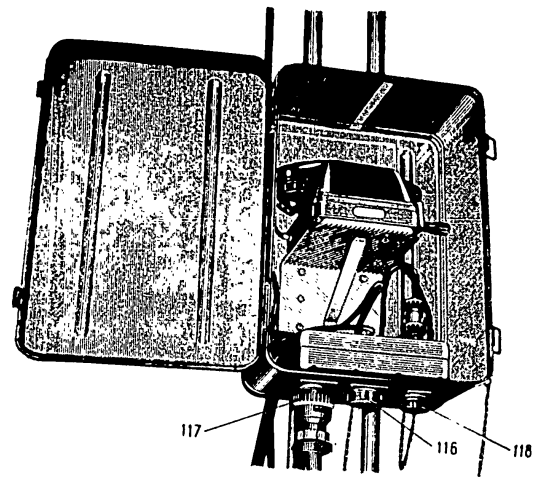


Рис 21 Переходная коробка с телефоном

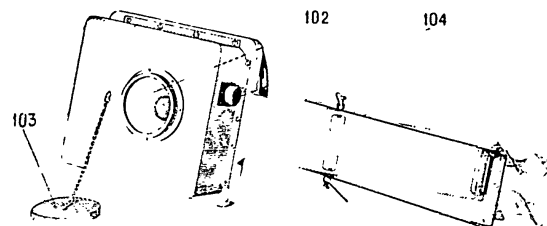


Рис 22 Зенитная фотокамера в термостате

Рис. 21 и 22

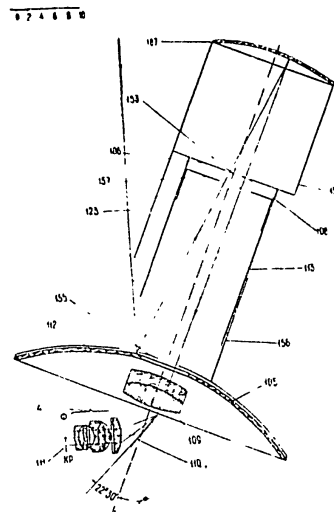


Рис. 23 Оптическая схема С-180-С



Рис. 23

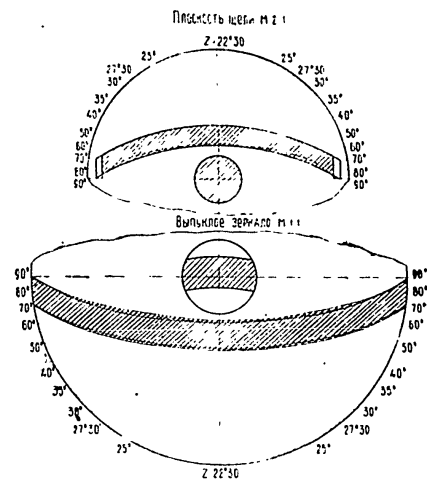


Рис. 24. Схема работы вымпелов-зеркал

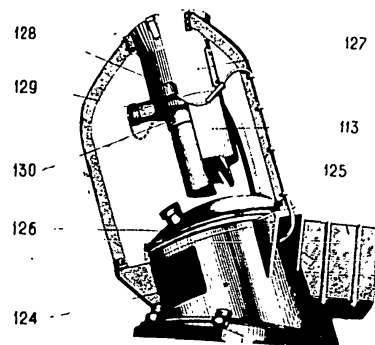


Рис. 25. Устройство С-180 S

Рис. 24 и 25

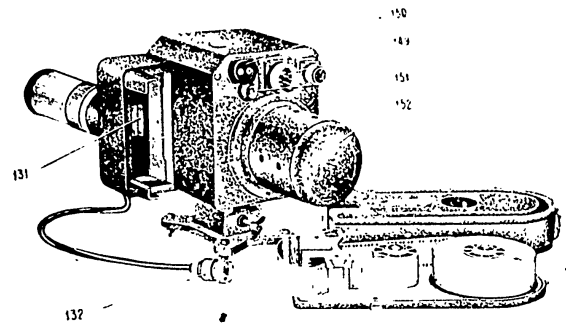


Рис. 26. Общий вид фотопроставки

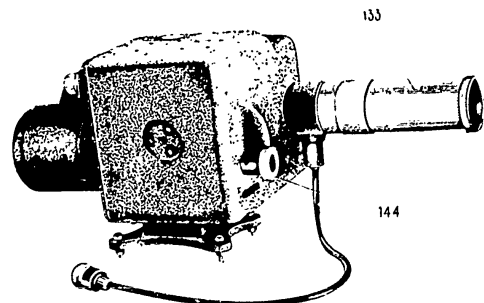


Рис. 27. Общий вид фотопроставки со стороны зубуса

Рис. 26 и 27

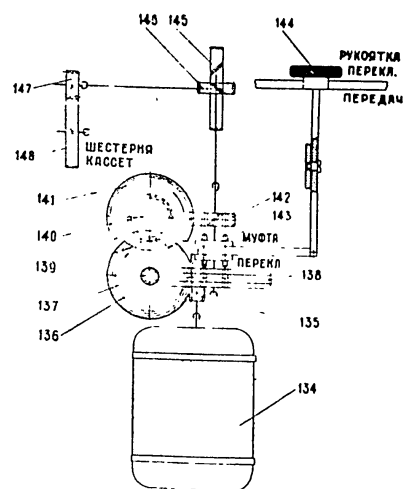


Рис 28 Кинематическая схема фотоприставки

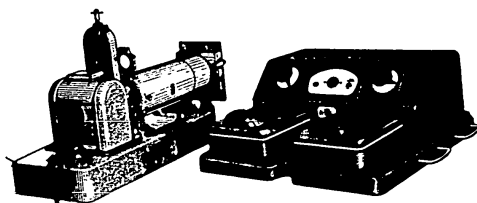


Рис 29 Общий вид сенситометра ФСП-4 и пульта питания

Рис. 28 и 29



Рис. 30. Общий вид хронометра МХ-6

Рис. 30

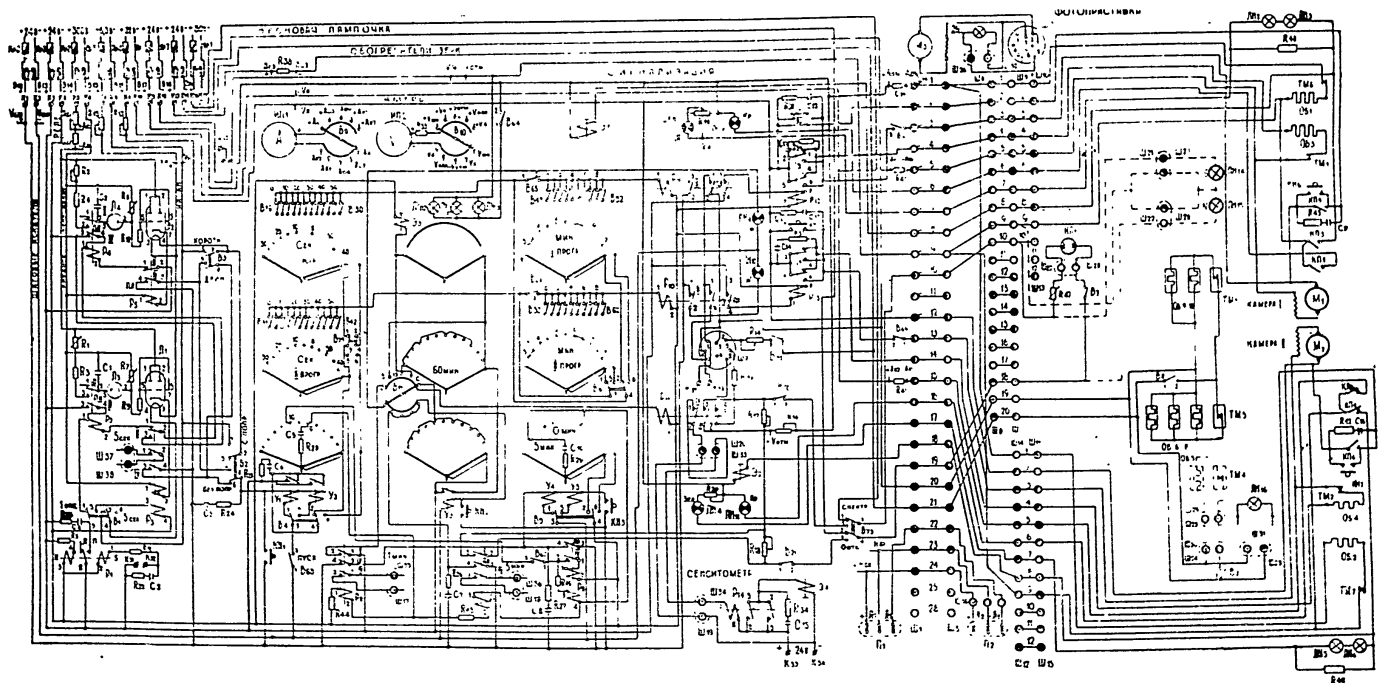


Рис. 31. Принципиальная схема С-180 и С-180-С

Рис. 31

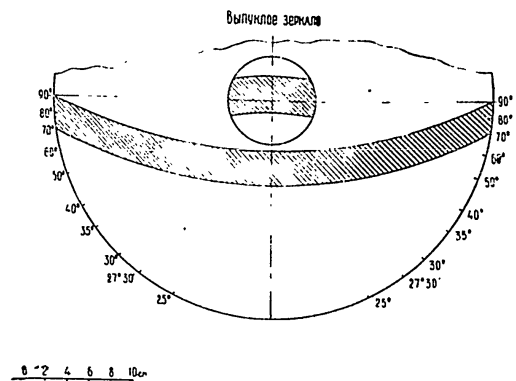


Рис 32 План целевой диафрагмы

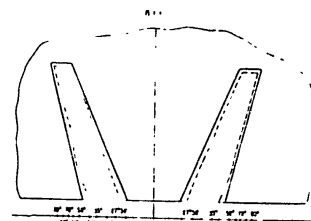


Рис 33 Развертка диафрагмы с прорезями

Рис. 32 и 33

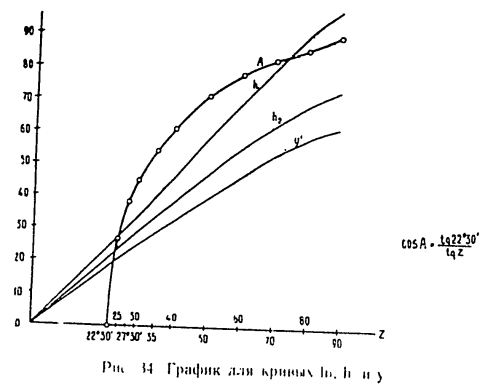


Рис. 34

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՐ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

ԲՅՈՒՐԱԿԱՆԻ ԱՍՏՂԱԴԻՏԱՐԱՆԻ ՀԱՂՈՐԴՈՒՄՆԵՐ
СООБЩЕНИЯ БЮРАКАНСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

ԳԲԿ XXIV

ԵՐԵՎԱՆ 1958 ԵՐԵՎԱՆ

ՀԱՅԿԱՎԱՆ ՍՈՒ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

ԲՅՈՒՐԱԿԱՆ ԵՎ ԲՅՈՒՐԱԿԱՆ ԶԱՊԱՐԿՈՒՄԵՆ
СООБЩЕНИЯ БЮРАКАНСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

ՊՐԿ XXIV ԵԿԻՄԿ

КОЛОРИМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СПИРАЛЬНОЙ
ТАКТИКИ МЫ
Ե. Է. ՄԱՐԿԱՐԻԱՆ

К ВОПРОСУ О НЕПРЕРЫВНОЙ ЭМИССИИ В СПИРАЛИ
АГ ДРАКОНА
Մ. Վ. ԱՐԱԿԵԼԻԱՆ և Ն. Ն. ՈՎԱՆՈՎԱ

О ПРИРОДЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ И ГАУССОВЫХ
ТУМАННОСТЕЙ
Լ. Ա. ԳՐԶԻԱՆ

Об электромагнитной природе спиральных
и гауссовых туманностей
Լ. Ա. ԳՐԶԻԱՆ

ФУНКЦИИ РАДИИ И ПЕРИОДОВ ДВОЙНЫХ ВЪЗЛ
ПО СУММЕ ОПРЕДЕЛЕННЫХ РАДИУСОВ КОМПОНЕНТ
Բ. Ա. ՏԱԿԵԼԻԱՆ

ԵՐԵՎԱՆ

1958

ԵՐԵՎԱՆ

Научно-исследовательский институт физики
 Ответственный редактор В. А. АМБАРУМЯН

Б. Е. Маркарян

КОЛОРИМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СПИРАЛЬНОЙ ГАЛАКТИКИ M101

Проведена абсолютная спектральная фотометрия спиральной галактики M 101 в фотографических и инфракрасных лучах. Наблюдения проводились 21"–21" телескопом системы Шмидта. Результаты показывают, что эта галактика заметно синее по мере удаления от центра к краям, показатели цвета от значения -0^m9 у ядра доходят до значений -0^m4 на периферии. Это явление обуславливается взаимодействием спиральных рукавов и непрерывного фона, также синее у края при удалении от центра. Интегральная фотографическая величина галактики, определенная путем фотометрического суммирования яркостей, получается равной 8^m5 . Суммарная яркость спиральных рукавов в фотографических и инфракрасных лучах составляет соответственно $1/4$ и $1/2$ часть интегральной яркости галактики. Интегральный показатель цвета галактики равен $+0^m7$, а показатель цвета ядра $+0^m95$. Собственный цвет спиральных рукавов почти постоянен, показатель цвета вдоль рукавов меняется в пределах -0^m1 и $+0^m1$. Наличие у этой галактики зонально яркого непрерывного фона, в образовании которого участвуют белые звезды приводит к заключению о существовании в ней промежуточного типа звездного населения. Число голубых и белых звезд этой галактики по порядку величины оценивается 10^6 .

В исследовании строения внешних галактик большое применение находит колориметрия, дающая как интегральный цвет галактик, так и распределение цвета в них. Для освещения особенностей строения галактик особый интерес представляют исследования второго рода, дающие распределение цвета в галактиках. Последние обычно осуществляются путем получения фотометрических разрезов по осям галактик, а иногда и путем измерения цвета небольшого количества (нескольких десятков) избранных в них участков. Однако таким путем можно получить более или менее уверенные представления о распределении цвета для

1

Б. П. МАРЬЯНИН

тех галактик, которые не имеют сложной структуры. По мере и по мере расширение известия в галактиках имеющих сложную структуру, скажем, например, в различных спиральных системах и неправильных галактиках от приходящих обычно большим флюктуирующим в расширении яркости можно получить лишь путем их детального и системного фотометрирования в разных участках спектра.

Таким же образом, выполнен нами для большой галактики M101 (NGC 5457), являющейся разбитой спиральной системой типа S, репродукция представлена на рис. 13.

Некоторым результатам этого исследования посвящена настоящая статья.

§ 1. МЕТОДИКА НАБЛЮДЕНИЙ И ИЗМЕРЕНИЙ

Наблюдения велись на 21" - 21" телескопе системы Шмидта Бюраканской обсерватории. Фокусное расстояние этого телескопа равняется 180 см, а относительное отверстие меняется от $1/12$ до $1/11$. Было использовано и камерный прибор с диафрагмой расположенной вблизи фокального расстояния зеркала. Оптическая система камерного прибора имеет следующие характеристики: диаметр объектива 100 мм, фокусное расстояние 1000 мм, диаметр выходного зрачка 100 мм. Пропускающая способность фотографических лучей достигает 10%.

Фотографирование M101 производилось на фотографии, сделанные в спектрах лучах на пластинках Agfa Astro Platten с объективом и светосилой на ахроматическом и апохроматическом Kodak 041 через желтый желатиновый фильтр типа 411 методом двухэкспонирования. При экспонировании методом одновременно получается два снимка: один с изображением изучаемого объекта в фокусе, а другой с внефокусными изображениями звезд, сдвинутыми, выходящими из фокуса изучаемого объекта. Сдвиг изображения звезд производится с помощью снимков с внефокусными изображениями звезд, сдвинутыми, выходящими из фокуса изучаемого объекта. Сдвиг производится с помощью снимков с внефокусными изображениями звезд, сдвинутыми, выходящими из фокуса изучаемого объекта. Сдвиг производится с помощью снимков с внефокусными изображениями звезд, сдвинутыми, выходящими из фокуса изучаемого объекта.

N



Рис. 1. M 101 (NGC 5457)

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЛАКТИКИ М 101

5

лученных для этих звезд величин не превышали 0^m45 . Употреблялся также трубчатый фотометр для проверки градиций характеристических кривых и учета влияния нулевой неба.

Снимки изучаемого объекта, сделанные с помощью микрофотометра, получались на кусках одной и той же пластинки и проявлялись одновременно в одинаковых условиях.

Измерения по чернению производились на объективном микрофотометре Нейсса с употреблением квадратной диафрагмы, вырезающей на пластинке квадратные площадки со стороной 17".

Из полученного ряда снимков М 101 для измерений были отобраны наиболее удачные, по два комплекта в фотографических и визуальных лучах. На первом наборе пластинок одна из фотографических, другая из визуальных лучей) измерения по чернению производились в основном способом, т. е. определялись оптические плотности всех площадок М 101, образующихся при проецировании звезд и δ через интервал 17". Это осуществлялось путем смещения столика микрофотометра посредством двух координатных движений, обеспечивающих точность смещения в пределах $1-5$ микрон. Соответствующие значения величин с квадратной секунды были определены с помощью характеристических кривых, построенных по фокальным изображениям выбранных звезд сравнения, о которых речь шла выше. На втором наборе пластинок измерения производились лишь для нескольких десятков избранных площадок. Результаты оказались очень близкими к таковым, полученным из измерений первого набора пластинок. Средняя квадратичная ошибка цвета для этих площадок, определенная по двум наблюдениям, оказалась равной $\pm 0^m06$, а для одного наблюдения 0^m08 . Последняя может служить мерой точности показателя цвета, полученных из измерений первого набора пластинок. Эта, конечно, небольшая точность, но вполне достаточная для многих целей, в особенности же, если принять во внимание, что она характеризует точность достаточно большого количества показателей цвета — площадок, покрывающих почти всю га-

[illegible]

6

Б. Е. МАРКАРЯН

лактику. Для достижения большей точности было бы необходимо произвести сплошные измерения еще на одной или на двух парах негативов, но это была бы чрезмерно большая по объему работа и она вряд ли оправдывалась бы результатами.

Специальное изучение показало, что использованная комбинация камеры, фильтра и сорта пластинок дает визуальную систему, несколько смещенную в сторону красной части спектра по отношению к международной системе визуальных величин, а система фотографических величин почти совпадает с международной. Переход от полученных нами цветов к международной системе можно осуществить при помощи следующего уравнения

$$C_{\text{int}} = 0.838 (C - 0.029)$$

§ 2. ИНТЕГРАЛЬНАЯ ЯРКОСТЬ И ЦВЕТ

По определенным для различных площадок яркостям были составлены карты распределения яркостей в фотографических и визуальных лучах для изучаемой галактики. Количество площадок, в которых определены показатели цвета, порядка полутора тысячи. Вообще же измерения почерчений производились, в два раза большем числе площадок.

Из-за громоздкости этих карт здесь приводятся лишь комбинированная карта распределения яркости и цвета, охватывающая главное тело галактики. На этих картах сюда не вошли данные в основном относящиеся к областям спиральных рукавов, отстоящим от центра галактики на расстоянии более $6''$. Каждая пара чисел на приведенной карте относится квадратной площадке галактики со стороной, равной $17''$, положение центра которой по отношению к центру галактики, обозначенному крестиком на карте, определяется прямолинейными координатами x и y , направленными по осям α и δ . Значения x и y , выраженных в секундах дуги, приведены соответственно в первой строке и в первом столбце карты. Каждая пара чисел представляет фотографическую звездную величину с квадратной секунды сверху и показатель цвета в нашей системе снизу. Пустые пло-

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЛАКТИКИ M 101

7

площадки, с исключением объединенных жирными линиями, соответствуют областям в которых яркость, приходящаяся на квадратную секунду, слабее 23^m9 . Объединенные же жирными линиями площадки содержат проецирующиеся звезды нашей Галактики; в сомнительных случаях площадки объединены пунктирными линиями. При проводимых затем расчетах яркость площадок, содержащих посторонние звезды, учитывалась путем вычитания яркостей соседних площадок. Следует отметить, что в ряде периферийных площадок карты данные обладают точностью уступающей точности, характеризующей ошибки, упомянутыми в конце §1. Но проводимые затем расчеты, касающиеся распределения яркости и цвета, распространяются на область, заключенную внутри окружности, описанной вокруг центра галактики с радиусом, равным 1.5, где почти все данные определены в достаточной степени надежно.

С помощью карт распределения фотографической и визуальной яркости путем фотометрического сложения были определены интегральные яркости и показатели цвета внутри концентрических кругов и колец, описанных вокруг центра галактики с нарастающими каждый раз на $17''$ радиусами ρ . Полученные данные приведены в третьем и четвертом столбцах табл. 1. Интегральная фотографическая величина и показатель цвета всей галактики M 101 получены соответственно равными $8^m.2$ и $0^m.5$. Гарвардская оценка интегральной величины M 101 на $0^m.5$ больше нашей, и это, возможно, результат неточного учета яркости внешних частей галактики. Полученный нами результат должен быть ближе к истине, так как, например, приведенные в табл. 1 яркость и цвет той части M 101, которая ограничена окружностью с радиусом $\rho = 2.55'$ находятся в хорошем согласии с данными, полученными Петтитом [2] для той же части электрофотометрическим методом. Петтит для фотографической величины и цвета получил следующие значения: $9^m.12$ и $+0^m.50$ в международной системе. Соответствующие наши значения в международной системе $9^m.02$ и $+0^m.51$. Получаемое расхождение небольшое и находится в пределах оши-

бок. К сожалению, мы не нашли в литературе других подходящих данных для сопоставления с данными табл. 1.

Таблица 1

№	r	m_{pg}	ϵ_1	m_{pg}	ϵ_1	
1	17	13 ^m 12	0 ^m 95	0 17	13 ^m 12	0 ^m 95
2	31	12,08	0 91	18 31	12 00	0 93
3	51	11 43	0 82	35 51	12 30	0 86
4	68	10 95	0 79	52 68	12 07	0 71
5	85	10 62	0 76	69 85	12 07	0 67
6	102	10 35	0 71	86 102	11 99	0 66
7	119	10 11	0 72	103 119	11 87	0 61
8	136	9 91	0 69	120 136	11 85	0 53
9	153	9 71	0 66	137 153	11 65	0 50
10	170	9 54	0 63	154 170	11 61	0 41
11	187	9 40	0 61	171 187	11 60	0 31
12	201	9 29	0 60	188 201	11 83	0 40
13	221	9 19	0 58	205 221	11 83	0 39
14	238	9 10	0 57	222 238	11 85	0 31
15	255	9 02	0 57	239 255	11 87	0 30
16	260	8 95	0 55			

Из данных третьего и четвертого столбцов этой таблицы видно, что интегральная звездная величина и показатель цвета заметно убывают по мере увеличения радиуса кругов. Это значит, что галактика М101 имеет по мере удаления от ядра. Однако из этих данных нельзя делать количественные выводы относительно изменения цвета. Для этой цели были определены интегральные звездные величины и показатели цвета в концентрических кольцах, расположенных вокруг ядра галактики. Эти данные приведены в 6-ом и 7-ом столбцах табл. 1. Определенные на основании этих данных средние яркости (в произвольных единицах) в зависимости от расстояния до ядра галактики представлены на рис. 2. Как видно из седьмого столбца таблицы 1, а также из рис. 2, градиент показателя цвета по

больше невелик. Показатель цвета от значения 0^m95 у ядра, убывая, доходит до 0^m4 на расстоянии 41,5 от него. Дальше, судя по всему, он меняется незначительно. Заметим, что здесь речь идет об интегральных показателях цвета в кольцах. В отдельных, правда редких, случаях маленькие области с большими показателями цвета встречаются также во внешних частях галактики.

Установленный факт *довольно интенсивного посинения цвета при удалении от ядра М101* заслуживает особого внимания. Возможно, что это явление в какой-то степени свойственно всем спиральным галактикам, и оно может показаться естественным следствием увеличения удельного веса спиральных рукавов при удалении от ядер галактик. Однако, по мнению ряда исследователей, яркость спиральных рукавов составляет незаметную долю общей интегральной яркости. При справедливости этого представления один только рукав ни в коем случае не может объяснить интенсивного посинения показателя цвета при удалении от ядер спиральных галактик. Так или иначе, вопрос окончательно можно решить только на основании количественного анализа яркостей и цветов структурных образований спиральных галактик. Такой анализ можно произвести для галактики М101 на основании составленных нами ранее карт распределения яркостей и цветов.

Отметим прежде всего, что эти карты показывают, что М101, помимо ядра и спиральных рукавов, имеет непрерывный фон, простирающийся от ядра до ее внешних частей. О наличии у М101 непрерывного фона упоминают в своих работах также Сейферт [3] и Щеголев [4]. Поэтому интегральную яркость галактики М101 следует рассматривать как сумму трех составляющих яркостей: ядра, спиральных рукавов и непрерывного фона, а цвет и его изменение как результат комбинации яркостей и цветов указанных составляющих.

10

Б. Г. МАРКАРИАН

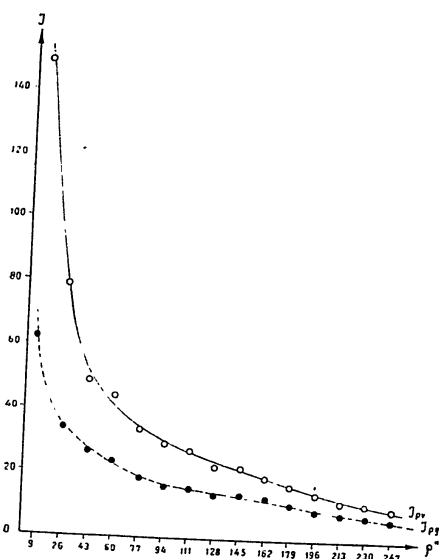


Рис. 2. Распределение средних яркостей (в проанализированных снимках) в зависимости от расстояния до центра галактики.

§ 3. ЯРКОСТЬ И ЦВЕТ НЕПРЕРЫВНОГО ФОНА

Непрерывный фон без примеси образований, населяющих обычно спиральные рукава, наблюдается в промежутках между последними. Поэтому яркость и цвет непрерывного фона следует определить на основании данных о яркости площадок, лежащих в областях между рукавами. Однако

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЛАКТИКИ М 101

1

сильно развитые рукава М 101 заметно затрудняют уверенный выбор большого количества таких площадок, в особенности на наших снимках, имеющих умеренный масштаб (1 $\mu\text{м}$ — 11 $\mu\text{м}$).

Ввиду этого мы ограничились примерно 300 площадками, разбросанными по всей галактике между ее рукавами и их ветвями, при отборе которых наряду с нашими снимками была использована для контроля хорошая репродукция снимка М 101, полученного двухобъекционным Паломарским рефлектором.

По данным этих площадок были определены средние значения показателей цвета непрерывного фона в 17 концентрических кольцах, расположенных вокруг ядра галактики вплоть до расстояния $6''$.

По этим средним показателям цвета была получена зависимость между цветом непрерывного фона и расстоянием от ядра галактики, представленная на рис. 3 (сплошные кружки). Заметим, однако, что средние показатели цвета в упомянутых кольцах были определены без учета яркостей, т. е. без взвешивания цветов отобранных площадок, предполагая, что непрерывный фон на одинаковых от ядра расстояниях имеет примерно постоянную яркость.

Хотя это допущение достаточно близко к истине, тем не менее для проверки полученной зависимости между цветом и расстоянием фона по данным отобранных площадок были определены средние, а затем и интегральные яркости и показатели цвета первых восьми колец из числа 17, использованных при получении упомянутой зависимости.

Полученные для этих восьми колец данные приведены в третьем и четвертом столбцах табл. 2 и нанесены на рис. 3 в виде сплошных кружков.

Эти данные повторяют полученную зависимость между средними показателями цвета и расстоянием от ядра непрерывного фона. Поэтому с достаточным основанием можно считать реальной полученную зависимость, согласно которой непрерывный фон галактики М 101 темнее, чем она сама в целом, но довольно заметно светлее по мере удаления от ядра.

12

Б. Г. МАРКАРИН

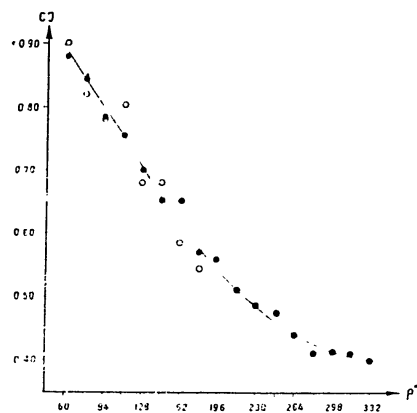


Рис. 2. Зависимость показателя цвета непрерывного фона от расстояния до центра галактики

Таблица 2

N		$\rho_{\text{пл}}^*$	$C-I$	$C_{\text{пл}}^*$	$C-I$
1	2-68	12-30	0.90	13.55	0.06
2	69-85	12-30	0.82	13.68	0.09
3	86-102	12-27	0.78	13.60	0.11
4	103-119	12-25	0.81	13.49	0.07
5	120-136	12-16	0.68	13.46	0.12
6	137-153	12-05	0.68	12.93	0.06
7	154-170	11-06	0.58	13.12	0.12
8	171-187	11-07	0.51	13.30	0.07

ПОСЛЕДОВАНИЕ ГАЛАКТИКИ M101

13

Этот результат до некоторой степени может показаться неожиданным, так как сложилось такое представление, что непрерывный фон в спиральных галактиках имеет почти одинаковый с ядром цвет. В частности такого мнения придерживается Д. Г. Шегольев [4], изучивший ряд спиральных галактик, в том числе и M101. Но полученные Шегольевым данные, как выясняется, вообще говоря, ценными, к сожалению, недостаточны для уверенного определения цвета непрерывного фона. Вдобавок, полученные им фотографические спектры и цвета ряда площадок в M101, хотя и не очень определены, тем не менее, показывают некоторую, и довольно убывающую, зависимость показателя цвета фона при удалении от ядра, т. е. они не находятся в противоречии с нашим выводом относительно изменения цвета непрерывного фона M101.

Вообще надо заметить, что представление об одинаковости цветов фона и ядра спиральных галактик необоснованно. Нам кажется, что это не соответствует действительности, и почти по крайней мере для развитых спиральных галактик, в которых в той или иной степени фон синее при удалении от ядра.

Очевидно поэтому, что изменение цвета M101 в зависимости от расстояния в табл. 1 и на рис. 2, следует рассматривать как результат действия двух факторов: *изменения цвета непрерывного фона и действия спиральных рукавов*.

§ 4. ЯРКОСТЬ И ЦВЕТ СПИРАЛЬНЫХ РУКАВОВ

Галактика M101 имеет очень сложную и запутанную структуру, тем не менее, у нас можно выделить несколько рукавов, начинающихся у ядра, один из которых, начинающийся через северную лагу, а другой — западную, начинающийся через юг к востоку. Оба они начинают быстро разветвляться так сильно, что во втором обороте ветви рукавов уже представляют собой отдельные рукава. У самого ядра рукава мало отличаются от него по цвету, но уже на расстоянии 30' от центра их показатели цвета уступают показателям цвета окружающих площадок на $0^m 10-0^m 15$, и чем дальше отходят рукава от ядра, тем меньше становятся

их показатели цвета, т. е. рукава довольно заметно *синеют по мере удаления от ядра*.

Показатели цвета рукавов вблизи ядра порядка -0^m8 , при отходе вдоль рукава они, убывая, доходят во внешних частях до $+0^m3$ $+0^m2$. Надо, однако, принять во внимание, что здесь речь шла о *наблюдаемом цвете рукавов*. Собственный цвет рукавов может и должен отличаться от наблюдаемого, так как фактически в областях рукавов наблюдается цвет накладываются друг на друга двух составляющих: непрерывного фона галактики и собственно рукавов.

Чтобы определить *собственную яркость и цвет рукавов*, надо произвести фотометрическое вычитание из интегральной яркости каждого кольца в целом яркости его непрерывного фона. Имеющиеся данные позволяют это делать надежно для восьми концентрических колец, о которых речь шла в предыдущем параграфе. Полученные данные приведены в пятом и шестом столбцах табл. 2. Интегральный показатель собственного цвета рукавов в этих кольцах меняется в весьма узком интервале: от 0^m1 до 0^m1 .

Грубые расчеты показывают, что и во внешних частях показатели собственного цвета рукавов находятся в этих пределах. Отсюда следует, что *собственный цвет рукавов остается почти постоянным и что он порядка нуля*.

Из данных табл. 2 видно, что в кольцах интегральная яркость непрерывного фона галактики в синих лучах в среднем на 1^m2 ярче интегральной яркости, обусловленной собственно рукавами. Если принять, что эта разность соблюдается и для внешних частей галактики, то можно заключить, что яркость, обусловливаемая собственно рукавами в фотографических лучах, составляет четвертую часть наблюдаемой интегральной фотографической яркости галактики.

Оценку этой величины можно получить и исходя из интегральной величины и цвета галактики (табл. 1), принимая, что показатель цвета рукавов порядка нуля, а средний показатель цвета непрерывного фона порядка $+0^m65$. Получаемая таким образом доля яркости, обусловливаемая соб-

ственно рукавами, несколько больше $1/4$ интегральной яркости галактики. Таким образом, можно заключить, что *суммарная собственная яркость рукавов в фотографических лучах составляет не менее $1/4$ яркости всей галактики, а в визуальных лучах доля собственной яркости рукавов составляет не более $1/4$ яркости галактики*.

§ 5. ЗАМЕЧАНИЯ О СПОСОБЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РОЛИ БЕЛЫХ И ГОЛУБЫХ ЗВЕЗД

Цвет непрерывного фона, в особенности во внешних частях галактики, свидетельствует о том, что в его образовании принимают участие наряду с красными и желтыми звездами и белые звезды.

Поскольку показатель цвета фона от значения $+0^m9$ у ядра, убывая, доходит до $+0^m1$ во внешних частях галактики, то следует полагать, что по мере удаления от центра галактики относительная роль красных звезд в создании яркости непрерывного фона слабее, а роль белых звезд, наоборот, усиливается.

Можно произвести некоторые приближенные расчеты для выяснения роли белых звезд в образовании яркости фона и галактики в целом.

Допустим для этой цели, что яркость галактики состоит из двух составляющих: красного и белого. Это, конечно, грубое допущение, но вполне приемлемое, если под красной составляющей понимать яркость, обусловливаемую совокупностью красных, оранжевых и желтых звезд, а под белой — совокупностью голубых, белых и желто-белых звезд.

Принимая показатель цвета красной составляющей равным -0^m8 , а белой составляющей нулю, на основе данных, полученных для интегральной яркости и цвета галактики (табл. 1), можно подсчитать яркость каждой из этих составляющих. Расчеты показывают, что в синих лучах красная и белая составляющие имеют примерно одинаковую яркость. Половину яркости белой составляющей обуславливают спиральные рукава, имеющие, как мы видели в преды-

дущем параграфе, показатель цвета порядка нуля и яркость, составляющую $1/4$ интегральной яркости галактики в синих лучах. Другую же половину яркости белой составляющей обуславливает совокупность белых звезд, находящихся вне рукавов, разбросанных по всей галактике.

Поскольку подавляющее большинство звезд спектрального типа О и ранних подразделений типа В входит в состав звездных ассоциаций и открытых звездных скоплениях, т. е. образует группы, располагающиеся, обычно, в спиральных рукавах, то белые звезды, находящиеся вне рукавов должны принадлежать к спектральному типу А и поздним подразделениям типа В. Судя по всему, эти звезды и весьма вероятно многие другие из числа образующих непрерывный фон галактики, представляют собой результат рассеивания прежних ассоциаций галактики.

Звезды, обуславливающие непрерывный фон галактики М 101, нельзя отнести ни к одному из двух типов звездного населения Банде Оппа, скорее всего, образуют промежуточный тип и, возможно, составляют население "диска".

Примерное число белых звезд, участвующих в образовании фона галактики, можно получить, исходя из соотношения их суммарной и средней яркости. Расстояние М 101 оценивается порядка $2 \cdot 10^5$ парсеков. При этом расстояние абсолютная фотографическая величина ее получается равной $-18^m 3$. В этом случае суммарная фотографическая абсолютная величина белых звезд галактики М 101, находящихся вне ее рукавов, будет $16^m 8$. Принимая же их среднюю абсолютную величину равной нулю, т. е. общему их числу, получим оценку $3 \cdot 10^6$.

Примерно таким же путем можно оценить количество наиболее горячих голубых и бело-голубых звезд, обуславливающих, в основном, яркость спиральных рукавов. Последнее получается порядка 10^7 . Заметим, что звезды типов А и поздних В должны быть и в спиральных рукавах, но крайней мере, они имеются в открытых звездных скоплениях и нередко в ассоциациях, населяющих рукава. Поэтому общее число звезд О, В и А в М 101 можно считать по-

рядка 10^7 . Суммарная яркость этих звезд в синих лучах составляет половину интегральной яркости галактики, в то время как их число составляет лишь незначительную долю (порядка одной тысячной) общего числа звезд галактики.

Бирфаканская астрофизическая
обсерватория

Июнь, 1957

В. Б. МАРКЕЛЯН

М 101 ԳԱԼԱԿՏԻԿԱՅԻ ԳՈՐՆԱԶԱՓԱԿԱՆ ՀԵՏԱՀԱՏՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա մ ֆ Ի Բ Ի Ե

Կատարվել է М 101 ասիական գալակտիկայի բացարձակ լուսաապիտոթյունը լուսանկարչական և փրիզմայի աստղադիմերում: Դիտումները կատարվել են $18^{\circ} - 21^{\circ}$ ճեմիդի ասիական դիտարկման ժամանակ արդյունքներից ցույց են տալիս, որ այս գալակտիկան զգալիորեն կապում է նրա կենտրոնից դեպի կար հեռանալու Գուլի ցուցիչը միջուկի մոտ $0^m 9$ աստիկից համարում է $-0^m 3$ -ի գալակտիկայի կրկնում: Այս կրկնում պարամետրերով է գալակտիկայի թևերի ու նրա անընդհատ ֆոնի աստիկայից հեռանալու Գալակտիկայի ինտեգրալ լուսանկարչական աստղադիմման ժամանակ, որն աստիկ է նրա առանձին մասերի պարամետրերների ֆոտոմետրիկ գումարման միջոցով, համարում է $8^m 5$ -ի: Թևերի գումարային պարամետրերները լուսանկարչական և փրիզմայի աստղադիմման կարգում են ամբողջ գալակտիկայի համապատասխան ինտեգրալ պարամետրերների 1.4 և $1/7$ մասը: Այս գալակտիկայի ինտեգրալ ցուցիչը ցուցիչը աստիկ է համարում $\pm 0^m 5$ -ի, իսկ միջուկինը՝ $0^m 9$ -ի: Թևերի սեփական ցուցիչը զրեթե չի փոփոխվում նրանց երկարությամբ շարժվելու: Նրանց ինտեգրալ ցուցիչը ցուցիչը փոփոխվում է $0^m 1$ և $0^m 1$ սահմաններում: Անընդհատ ֆոնի աստիկային այս գալակտիկայում, որի կազմավորման մեջ զգալի դեր են կատարում ասիական աստիկը, խոսում է այն մասին, որ նա լայն հարթի 1 և 11 ասիական աստղադիմման ժամանակ ունի և միջանկյալ, ապա կազմում, ասիական լուսաապիտոթյունը:

Հաշիվները ցույց են տալիս, որ այս գալակտիկայի կապույտ և սպիտակ աստղերի թիվը հասնում է 10^7 -ի, որոնք լուսանկարչական ճառագայթներում պայմանավորում են գալակտիկայի ամբողջ պայծառության գրեթե կեսը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. А. В. Марков, И. И. Сытинская, ДАН СССР, № 73, 77, 1933.
2. E. Pettit, Ap. J., 120, 413, 1954.
3. C. K. Seyfert, Ap. J., 91, 528, 1941.
4. И. Е. Шеловен, Изв. ГАО, XX, № 156, 1956

Մ. Ա. Արաքելյան, Ն. Լ. Иванова

К ВОПРОСУ О НЕПРЕРЫВНОЙ ЭМИССИИ
В СПЕКТРЕ AG ДРАКОНА

Выдающейся особенностью некоторых типов нестационарных звезд (звезды типов Т Тельца, VV Кита) является наличие (или появление) в их спектрах избыточного непрерывного излучения, усиливающегося в некоторых случаях при переходе в ультрафиолетовую область спектра [1, 2, 3]. Аналогичный избыток непрерывного ультрафиолетового излучения наблюдается в спектре неправильной переменной AG Дракона, являющейся, согласно В. А. Амбарцумяну [4], одной из разновидностей нестационарных звезд. На основании спектрофотометрического исследования этой переменной Л. В. Мирзояном [5] было сделано исключение, что распределение энергии в короткопериодной области спектра этой звезды заметно отклоняется от планковского в смысле резкого возрастания относительной интенсивности в ультрафиолетовой области спектра. При этом, величина указанного отклонения, согласно [5], со временем меняется.

Ранее В. А. Амбарцумяном [6] было показано, что непрерывная эмиссия в спектрах нестационарных звезд не может иметь тепловую природу. Согласно В. А. Амбарцумяну это явление связано с выбросом во внешние слои звезд внутризвездного вещества - носителя интразвездной энергии.

Вывод о нетепловом характере непрерывной эмиссии был позднее подтвержден результатами спектрофотометрического исследования двух звезд типа Т Тельца (VV Орiona и NX Единорога), произведенного К. Бёмом [7]. Им было показано, что сильное возрастание интенсивности непрерывной эмиссии с уменьшением длины волны исключает воз-

возможность ее истолкования как планковского излучения конечной температуры. Возможность интерпретации непрерывной эмиссии как излучения релятивистских электронов в магнитном поле также не исключается благодаря слишком сильному ее возрастанию с уменьшением длины волны.

Заметим, что К. Бём рассматривает непрерывную эмиссию, временами почти полностью заливующую линии поглощения в спектрах звезд типа UV Кита, и избыточное ультрафиолетовое излучение, наблюдаемое в спектрах звезд типа T Тельца, как два различных явления. Второе из этих явлений — непрерывную эмиссию в спектрах звезд типа T Тельца, К. Бём объясняет как результат слияния эмиссионных бальмеровских линий, возникающих в оптически толстом слое. Подобное истолкование непрерывной эмиссии связано, в первую очередь, с тем, что интенсивность непрерывной эмиссии, начинающейся около λ 3800, достигает, согласно К. Бёму, максимума между λ 3750 и λ 3700, т. е. недалеко от предела серии Бальмера. Очень существенно, что слияние эмиссионных линий объясняется Бёмом не их расширением, а малой разрешающей способностью используемого спектрографа. Если это так, то распределение интенсивности непрерывной эмиссии должно в значительной степени зависеть от разрешающей способности спектрографа, и при наблюдениях с инструментами большей разрешающей силы должны разрешаться более высокие члены бальмеровской серии, вследствие чего начало непрерывной эмиссии должно отодвигаться в более коротковолновую область спектра, а ее интенсивность на данной длине волны убывать. Кроме того, при достаточном удалении от предела серии Бальмера к ультрафиолету избыток излучения по сравнению с случаем нормального неба должен исчезнуть.

Другая точка зрения на происхождение непрерывной эмиссии, выдвинутая в последнее время Н. М. Гордоном [8], в определенном смысле совпадает с изложенной выше. Считая также, что непрерывная эмиссия есть результат слияния эмиссионных линий бальмеровской серии, Н. М. Гордон, однако, приписывает возникновение эмиссионных линий действию тепловых эмиссий, имеющейся в составе излу-

чения нестационарных звезд. Согласно этому представлению, тепловое излучение за пределом лямбовской серии приводит к ионизации водорода, после чего происходят вынужденные рекомбинации электронов, индуцированные инфракрасным тепловым излучением. Слияние бальмеровских линий представляется как результат их расширения, связанного с размытостью верхних возбужденных уровней.

Поскольку, согласно этой точке зрения, так и предполагается, что источником непрерывной эмиссии является слияние эмиссионных бальмеровских линий, то и в этом случае нельзя ожидать резкого возрастания ее интенсивности за пределом бальмеровской серии.

В свете изложенного приобретают значительный интерес, с одной стороны, наблюдения нестационарных звезд посредством спектрографов сравнительно большой разрешающей силы и, с другой, исследование по возможности более коротковолновой области спектра этих звезд. Настоящая работа преследует именно эту цель.

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ

Материалом для настоящего исследования послужили две спектрограммы αG Дракона, полученные в мае июне 1955 года на $10''$ бесценовом (кварцевом) спектрографе Бюраканской обсерватории, и две спектрограммы, полученные в октябре 1957 года, с помощью объективной призмы, установленной на 70-сантиметровом менискоидном телескопе Абастуманской обсерватории*. Линейная дисперсия первого из упомянутых спектрографов 150 $\text{\AA}/\text{мм}$ и второго — 166 $\text{\AA}/\text{мм}$ у $H\gamma$.

Наблюдения 1955 года были сравнены с распределением энергии в спектрах α Возничего ($G01$) и γ Возничего ($G0\lambda$) посредством привязки переменной и этих G -звезд к α Лиры и 4 Возничего ($A0$). При наблюдениях же 1957 года звездой сравнения служила HD 144327 ($G5$). Выбор звезд спектрального типа G в качестве звезд сравнения обуслов-

* Спектрограммы 1957 года получены сотрудниками Абастуманской астрофизической обсерватории М. В. Долидзе и Н. А. Размалдзе, которым авторы выражают свою благодарность.

лен, во-первых, тем, что, согласно Р. Вилсону [9], AG Дракона является карликом спектрального класса G17, и, повторных, тем, что сравнение переменной со звездами спектрального класса G даст в дальнейшем возможность, используя известное распределение энергий в спектре Солнца, определить абсолютное распределение энергий в ее спектре.

Для сравнения относительного распределения энергии в спектре AG Дракона, полученного со спектрографами различных дисперсий, мы воспользовались данными серии II наблюдений Л. В. Мирзояна [5], проведенных в ту же эпо-

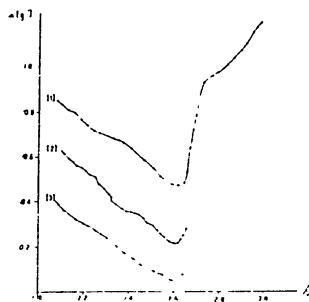


Рис. 1 Относительное распределение энергии в спектре AG Дракона, полученное со спектрографами различных дисперсий.

- 1 Наблюдения 1955 года при дисперсии 150 Å/мм звезда сравнения λ Возничего.
- 2 Наблюдения 1957 года при дисперсии 166 Å/мм, звезда сравнения HD 141327.
- 3 Наблюдения Л. В. Мирзояна 1955 года при дисперсии 420 Å/мм, результаты приняты к звезде HD 144327.

нормального для звезды типа G происходит около значения волнового числа равного 2.60 ($\lambda = 3800$), т. е. начало из-

быточного излучения в довольно широких пределах используемых дисперсий (по существу, в широких пределах разрешающих способностей) не зависит от дисперсии спектрографа.

Что касается различия волновых чисел, соответствующих началу избыточного излучения, полученных Л. В. Мирзояном [5] и нами, то оно объясняется тем, что переменная сравнивалась в [5] со звездой спектрального класса A0. Вследствие депрессии непрерывного спектра звезды сравнения, обусловленной слиянием балмеровских линий поглощения, зависимость относительной интенсивности от волнового числа отклоняется в [5] от прямой линии около значения волнового числа, равного 2.50. Заметим, что привязка результатов серий III и IV наблюдений Л. В. Мирзояна к распределению энергии в спектре звезды типа G не обнаружила в исследованной им спектральной области избыточного излучения. Это говорит о том, что серия II характеризовалась большей интенсивностью непрерывной эмиссии, чем две последующие серии, приведенные в [5]. Аналогичная же привязка для результатов серии I привела к относительному распределению энергии, резко отличающемуся от результатов, соответствующих сериям II, III и IV. Эти данные иллюстрируются рисунком 2. По-видимому, при переходе от первой серии к четвертой мы имеем дело с постепенным убыванием интенсивности избыточного излучения.

Сделанное выше заключение о том, что начало непрерывной эмиссии не зависит от дисперсии используемого спектрографа, может вызвать то возражение, что данные рис. 1 получены посредством сравнения AG Дракона с различными G-звездами. По этому поводу следует отметить, что распределение энергии в фотографической области спектра HD 141327, полученное из сравнения ее со звездой HD 145258, с достаточной точностью совпадает с распределением ее в спектре λ Возничего (рис. 3). Абсолютный спектрофотометрический градиент HD 144327, вычисленный при предположении $\epsilon_1 = 1.00$, получился равным 2.73, в то время как значение абсолютного градиента λ Возничего равно 3.14. Это в сопоставлении с их спектральным типом дает осно-

вание полагать, что HD 144327, так же как и λ Возничего, является звездой-карликом, сходным с Солнцем, и привязка к этим звездам может дать представление об абсолютном распределении энергии в спектре AG Дракона.

Результаты подобной привязки, произведенной на основании данных наблюдений 1955 года и 1957 года, приведены на рис. 4.

Рисунок иллюстрирует абсолютное распределение энергии в спектре AG Дракона, выраженное в произвольных единицах, вместе с аналогичными данными, полученными для $\gamma\gamma$ Ориона и NX Единорога К. Бёмом [7]. Во всех случаях интенсивность излучения на волне $\lambda 4000$ принята равной единице. Как видно из рисунка, хотя интенсивности излучения на участке длин волн, общем для всех кривых, одинаковы.

Заслуживает особого внимания то, что в спектральной области $\lambda 3650$ интенсивность непрерывного излучения AG Дракона продолжает возрастать. При этом, как видно из рисунков 1 и 4, возрастание имеет место как в смысле относительного распределения энергии, так и в шкале абсолютных интенсивностей*

* Абсолютное распределение энергии в спектре AG Дракона выведено нами по данным Г. Селена, полученным Абботом, Пласкетом, Фабри и Биксеном [10] согласно которым на участке от $\lambda 4000$ до $\lambda 3000$ имеет место резкий спад интенсивности солнечного излучения. Позже Э. Петтитом [11] было установлено, что на участке от $\lambda 4000$ до $\lambda 3800$ интенсивность излучения Солнца убывает на 48% после чего до

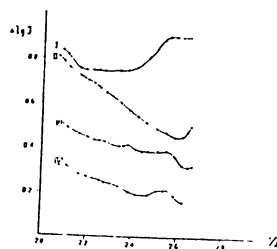


Рис. 2 Результаты привязки наблюдений Л. В. Мирзояна к звезде типа G5 (HD 144327). Номера соответствуют сериям наблюдений, приведенных в [3]

В качестве косвенного подтверждения этого факта можно упомянуть, что по свидетельству Н. Роман [12], на пластинках с нормальным почернением в фотографической области, полученных на обсерватории Мак-Дональда, непрерывный спектр звезды легко можно проследить за $\lambda 3300$. Микрофотограммы полученных нами в 1955 году спектров переменной показывают, что величина почернения меняется за пределом серии Бальмера очень медленно, в то время как на микрофотограммах обычных, даже самых горячих звезд, в этой области наблюдается резкое уменьшение степени почернения к ультрафиолету.

Небезынтересно и то обстоятельство, что распределение энергии в фотографической области AG Дракона также является необычным для звезды типа G. Однако здесь имеет место обратная картина, т. е. распределение энергии в спектре переменной соответствует более холодной звезде, чем G. Абсолютный спектрофотометрический градиент переменной, полученный посредством сравнения со звездами типа A0, систематически больше, чем соответствующая величина для нормальных звезд (карликов и гигантов) спектрального класса G. Выше упоминалось, что абсолютный градиент λ Возничего (GOV) получился равным 3.14. Заметим, что среднее значение абсолютного градиента для двух карликов типа G (ζ Геркулеса и γ Волопаса) равно, согласно данным Д. Барьбы и Д. Ша-

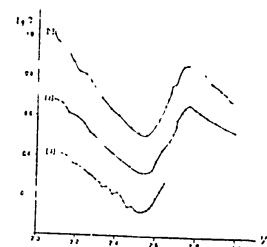


Рис. 3 Распределение энергии в спектрах звезд сравнения, приведенное к распределению ее в спектрах звезд типа A0: 1 — λ Возничего, 2 — γ Волопаса, 3 — HD 144327

$\lambda 3200$ остается практически постоянной. Следовательно, привязка к данным Петтита привела бы к еще более резкому возрастанию абсолютной интенсивности излучения AG Дракона на участке $\lambda 3800-3300$.

ложка [13], 2,54. Это же значение для звезда-гигантов равно 3,08. (Примерно такое же значение получено нами для α Возничего (3,54)). Значение же абсолютного градиента для AG Дракона получилось равным 4,56 (1955 год) и 4,64 (1957 год). Это соответствует спектрофотометрической температуре около 3000°.

В связи с этим стоит упомянуть еще о следующем. Грубая оценка показателя цвета переменной в международной системе (разность монохроматических звездных величин)

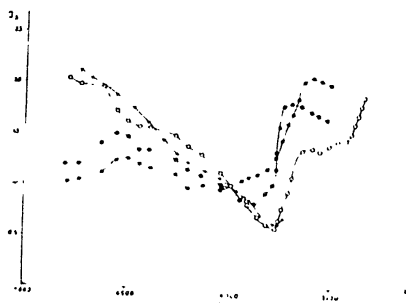


Рис. 4. Абсолютное распределение энергии в спектрах
AG Геминоры (—) 1955 год и AG Дракона (—) 1957 год.

привела к значениям $C_1 = 1^m 3$ в 1955 году и $2^m 0$ в 1957 году. Значения показателя цвета, полученные в мае и июне 1955 года, согласуются в среднем с результатами двухцветных фотографических наблюдений Г. С. Баталова [14], произведенных во второй половине 1955 года.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

1. Наиболее существенным из полученных результатов является вывод о том, что интенсивность избыточного излу-

чения в спектре AG Дракона продолжает возрастать за пределом серии Бальмера, причем возрастание продолжается до самых коротких длин волн, до которых удалось довести спектрофотометрические измерения.

Совершенно очевидно, что непрерывный спектр, обусловленный слиянием эмиссионных бальмеровских линий, не мог привести к подобному распределению за пределом бальмеровской серии. Действительно, оставаясь на точке зрения о слиянии бальмеровских линий, мы вынуждены считать, что избыточное излучение за пределом серии есть результат свободно-вызванных переходов водородных атомов во второе квантовое состояние. Распределение энергии в бальмеровском континууме, как известно, является в этом случае функцией лишь электронной температуры. Легко показать, что при этом максимальное значение выражения $-d \log I / d \log \lambda$, соответствующее значению $T_e = 4000^\circ$, равно двум. В случае же конечных значений электронной температуры эта величина должна быть меньше. По полученному нами распределению энергии за пределом бальмеровской серии легко вывести, что в области длин волн, более коротких, чем $\lambda 3500$, возрастание абсолютной интенсивности излучения происходит так, что $-d \log I / d \log \lambda$ больше, чем два, достигая в области $\lambda 3400$ восьми. Здесь следует отметить еще то обстоятельство, что приведенные значения относятся к распределению энергии в шкале абсолютных интенсивностей. Однако, поскольку речь идет об объяснении *избытка* энергии по сравнению с излучением нормальной звезды, то следует рассматривать распределение *избыточной* интенсивности по длине волны, т. е. данные, приведенные на рис. 1. В этом случае для выражения $-d \log I / d \log \lambda$ получаются значения: 4 (при $\lambda 3560$ и $\lambda 3409$) и 10 (при $\lambda 3400$).

Из изложенного следует, что в свете гипотезы К. Бёма [7]* остается совершенно необъяснимым возрастание интенсивности излучения AG Дракона за пределом бальмеров-

* Здесь мы рассматриваем гипотезу К. Бёма только с точки зрения удовлетворения ее результатам наблюдений. Однако напомним, что в ней остается совершенно открытым вопрос о возможности подмешивания эмиссионных линий в оптически толстом слое (что отмечается и самим

ской серии. Следовательно, предлагаемый им механизм образования ультрафиолетового избытка, если он и имеет место у AG Дракона, играет не первостепенную роль*.

2. В пользу этого заключения свидетельствует и то обстоятельство, что бесчисленные спектрограммы, полученные с дисперсиями в 420 Å/мм и 150 Å/мм у H₁, не обнаружили никакого различия в длине волны, соответствующей началу ультрафиолетовой эмиссии. Это действительно может служить существенным аргументом, так как, как упоминалось, основной причиной сдвига бальмеровских эмиссионных линий в представлении К. Бёма является не их большая ширина, а малая разрешающая способность спектрографа. С другой стороны, едва ли можно ожидать, что эмиссионные линии водорода очень широки, так как уже принятое Бёмом значение турбулентной скорости водородных атомов (50 км/сек) необычно для звезд-карликов.

3. Рассмотрим полученные результаты в свете представления о синхротронном излучении. Как было показано К. Бёмом, для излучения релятивистских электронов в магнитном поле максимальное значение выражения $d\log I/d\log \lambda$ равно $\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \alpha$ AG Дракона, так же как и исследованных

Бёмом звезд типа Т Тельца величина этого выражения исключает возможность объяснения необычного ультрафиолетового излучения как результат прямого излучения релятивистских электронов в магнитном поле.

Далее, выдвигая Н. М. Гордоном [8] точка зрения о том, что избыточное ультрафиолетовое излучение является результатом сдвига бальмеровских эмиссионных линий, объясняемых своим появлением вследствие синхротронного излу-

* Бёмом. Для осуществления такого сдвига необходимо считать, чтобы во внешних слоях звезды присутствовали источники энергии. Это есть по существу вывод, сделанный В. А. Амбарцумовым [9], на основе анализа интенсивности яркости и спектры стационарных звезд.

* Возможно, что изгиб кривых распределения энергии (рис. 1 и 4) около $\lambda = 3650$ объясняется тем, что на избыточное излучение накладываются излучательные эмиссионные линии несколько увеличивая ее интенсивность до предела серии Бальмера.

чения, по-видимому, также не в состоянии объяснить возрастание интенсивности непрерывной эмиссии за бальмеровским скачком. Действительно, и в этом случае приходится приписывать излучение за пределом серии Бальмера свободносвязанным переходам водородных атомов во второе состояние. Несостоятельность этого механизма в случае самопроизвольных рекомбинаций фотоэлектронов следует из приведенных в п. 1 соображений относительно механизма, предложенного К. Бёмом. Предположение же о том, что бальмеровский континуум возникает в результате индуцированных рекомбинаций, индуцированных синхротронным излучением*, также не в состоянии обеспечить наблюдаемое значение выражения $d\log I/d\log \lambda$ в области бальмеровского континуума. Как легко можно убедиться, в этом случае максимальное значение приведенного выражения должно быть равно всего лишь $\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \alpha$, т. е. меньше, чем при континууме, обусловленном спонтанными рекомбинациями.

4. Представляет определенный интерес сравнение результатов наших наблюдений с результатами, полученными К. Бёмом для звезд VV Орiona и NX Единорога. Приведенные на рис. 4 абсолютные распределения энергии в спектрах трех переменных показывают, что на участке длин волн, больших, чем предел бальмеровской серии, распределение интенсивности избыточного излучения в спектре AG Дракона качественно сходно с распределением ее в спектрах VV Орiona и NX Единорога. Однако дальнейший ход распределения интенсивности этого излучения в более коротковолновой области для AG Дракона и исследованных Бёмом звезд (речь идет о средних данных, приведенных Бёмом) заметно отличается. Согласно данным Бёма абсолютная интенсивность излучения этих звезд достигает максимума вблизи предела бальмеровской серии, в то время как ин-

* В этом случае индуцирующее излучение должно также проявляться в бальмеровском континууме. Поэтому приходится предположить, что континуум в спектрах стационарных звезд является наложением индуцирующего и спонтанного излучения.

тенсивность излучения AG Дракона в исследованной нами спектральной области своего максимума не достигает.

Тем не менее есть основания полагать, что и у исследованных Бёмом звезд типа Т Тельца избыточное излучение не ограничивается ближайшими окрестностями предела балмеровской серии, а простирается достаточно далеко в ультрафиолетовую область спектра. В пользу этого может свидетельствовать необычный цвет [1]. В некоторых звездах типа Т Тельца, в частности переменной XX Единорога Показатель цвета $U-V$ этой переменной, согласно М. Уокеру [15], достигает величины -1^m21 , а в эпоху наблюдений В. Хилтнера [16] был равен -1^m35 .

С другой стороны, не исключена возможность, что различие в распределении энергии в спектрах звезд типа Т Тельца и AG Дракона связано с какими-либо характерными особенностями последних. Как известно, особенностью линейчатого спектра AG Дракона является наличие сильной эмиссионной линии $\lambda 4686$ (He II), которая не наблюдается в спектрах исследованных К Бёмом звезд типа Т Тельца. Возможно, эти два факта являются следствием одного и того же явления. Тем не менее представляется естественным рассматривать избыточное излучение в спектрах AG Дракона, звезд типа Т Тельца, также как непрерывную эмиссию, занимающую линии поглощения во время вспышек звезд типа IV Кита, как результаты одного явления, проявляющиеся в широкой спектральной области.

Что касается различия в проявлении непрерывной эмиссии у различных представителей нестационарных звезд (как в смысле интенсивности и продолжительности непрерывной эмиссии, так и в смысле области спектра, в которой она проявляется), то они получают в свете представления, развитого В. А. Амбарцумяном [4], естественное объяснение в том, что избыточная негравитационная энергия выделяется в слои звезд, характеризующихся различной оптической глубиной.

В заключение авторы выражают глубокую признательность академику В. А. Амбарцумяну за ценное обсуждение полученных результатов.

Մ. Ա. ԱՐԱԿԵԼՅԱՆ, Ն. Լ. ԻՎԱՆՈՎԱ

AG ՎԻՇԱԳԻ ՍՊԵԿՏՐՈՒԲ ԱՆԵՐՆԴԱՏ ԷՄԻՍԻԱՆԻ ՇԱՐՅԻ ՇՈՒՐՋԸ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Ներկա աշխատանքի զետեղական նյութը ստացվել է Բյուրականի աստղադիտարանի 10" անճնկար սպեկտրոգրաֆի և Արասիմյանի աստղադիտարանի 70 սմ օբյեկտիվ պրիզմայի օգնությամբ: Առաջին սպեկտրոգրաֆի դժային դիտարկման հավասար է 150 Ա/մմ և երկրորդի 166 Ա/մմ H_γ-ի մոտ: Ընդամենը օգտագործվել է 4 սպեկտրոգրամ:

Որպես համեմատման աստղեր օգտագործվելով Հյ տիպի նորմալ աստղերը, ստացված է AG Վիշապի անկանոն փոփոխական աստղի սպեկտրում Հն երկայնի հարաբերական բաշխումը (նկար 1): Անտահետե կենտրոն պղ տվյալներից ստացված է Հն երկայնի բացարձակ բաշխումը: AG Վիշապի սպեկտրում արտահայտված կամայական միափոխներով (նկար 4):

Հետադուրսությամբ ցույց է տվել, որ AG Վիշապի սպեկտրում անընդհատ Հն երկայնի ավելցուկը սկսում է հանդես գալ ը 3800 ախջալին երկարության մոտ և սպեկտրոֆոտոմետրիկ չափումների համար մատչելի ամբողջ տիրույթում (ը 3300) այդ ավելցուկի չափը աճում է դեպի սպեկտրի տարածանքի շաղկապ մասը:

Անտահետե ստացված արդյունքների համեմատված են Լ. Վ. Միրզոյանի [5] կողմից ստացված տվյալների հետ, որոնք հիմնված են 420 Ա/մմ դիտարկման անցող սպեկտրոգրամների վրա: Ցույց է տրվում, որ նույն մասնավորապես ստացված սպեկտրոգրամների վրա՝ անկանոն նրանց դիտարկումից (կամ վերլուծող տվյալից) անընդհատ ճառագայթման ավելցուկի բաշխումը նույնն է:

Ստացված արդյունքների քննարկումից հետոսում է, որ անընդհատ Հն երկայնի ավելցուկը AG Վիշապի սպեկտրում չի կարող հանդիսանալ բաշխման սերիայի ճառագայթման գծերի միաձուլման հետևանք: Իսկապես, այդ դեպքում անհրաժեշտ կլիներ հնաթաղել, որ ըստմերյան սերիայի սահմանից ավելի կարճալիք մասում ճառագայթումը հանդիսանում է երկրորդ փառնառային մակարդակի վրա կատարվող ուկումրինացիաների արդյունք: Կարելի է ցույց տալ, որ ուկումրինացիան անընդհատ սպեկտրի դեպքում — dlogI/dlogλ արտահայտության մաշտմալ արժեքը հավասար

կրկնի 2-ի, եթե հաշարվում են սպունան սկզբնականները և 3/4-ի եթե սկզբնականները հաշարվում են սինիստրալն ճառագայթման ազդեցության տակ:

Քանի որ, ըստ ստացված տվյալների, ՆԳ Վերադի սպեկտրում հիշյալ արտաճառական մեծությունը մեծ է երկուսից, հետևարար աղբյուր ենթադրություններից էլ պետք է հրաժարվել:

Բազմերկան գծերի միաձուլման ազդեցության դեմ խոսում է նաև այն փաստը, որ անընդհատ էմիսիայի սկզբին համապատասխանող ալիքային երկարությունը կախված չէ պտտորոշիչ սպեկտրոգրաֆի դիսպերսիայից:

ЛИТЕРАТУРА

1. A. Joy, PASP, 66, 5, 1951.
2. A. Joy, M. Himmason, PASP, 61, 133, 1949.
3. G. Herbig, Нестационарные светила, стр. 37. Гревен, 1957.
4. B. A. Ашбардзюни, Non-Stable Stars, p. 177, Cambridge University Press, 1957.
5. V. B. Мигунов, Сообщения Бюраканской обсерватории, 19, 43, 1956.
6. B. A. Ашбардзюни, Сообщения Бюраканской обсерватории, 13, 1, 1954.
7. K. H. Böhm, Zs. f. Ap., 43, 245, 1957.
8. H. M. Гурзова, Труды астрономического обсерватории Харьковского университета, 12, 15, 1957; Доклад на семинаре Бюраканской обсерватории 1957.
9. R. Wilson, PASP, 57, 409, 1945.
10. A. Уинстон, Физика звездных атмосфер, Москва, 1949.
11. I. Pott, Ap. J. 91, 150, 1940.
12. A. Roman, Ap. J., 117, 467, 1953.
13. D. Barbier, D. Chahong, Ann. d' Ap., 4, 31, 1941.
14. F. C. Gaudin, ДАН Армянской ССР, 22, 115, 1956.
15. M. Walker, Ap. J. Suppl. 2, № 23, 1956.
16. W. Hillner, Ap. J. 127, 510, 1958.

Г. А. Гурзадян

О ПРИРОДЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ПЛАНЕТАРНЫХ ТУМАННОСТЕЙ

Анализ внешней формы и структуры биоплярных планетарных туманностей привел к выводу о существовании в них магнитных полей, напряженность которых значительно превышает напряженность общего магнитного поля Галактики [1]. Характер этих полей, по-видимому, сходен с полем магнитного диполя. Однако они не составляют продолжение дипольного поля центрального ядра-звезды; планетарная туманность обладает своим собственным дипольным полем, магнитный момент которого может меняться в зависимости от изменения размеров и плотности туманности, и то время как магнитный момент ядра может остаться неизменным.

В настоящей статье ставится цель показать, что представление о наличии дипольного магнитного поля в планетарных туманностях хорошо объясняет наблюдаемое разнообразие их формы и структуры. Направляющей нитью при разработке и развитии этого представления является идея, согласно которой планетарные туманности являются остатками исчезающего звездного процесса и что их ядра суть недавно возникшие звезды [2,3].

§ 1. БИПОЛЯРНЫЕ ТУМАННОСТИ

Биоплярными мы называли те планетарные туманности, у которых наблюдаются две четко выраженные яркие области — «шанки», расположенные симметрично относительно ядра [1]. Примерами таких туманностей являются NGC 7026,

туманности аном. 16^{10,5}; аном. 16^{13,3} и т. д. Наряду с этим, имеется целый ряд туманностей, у которых хотя и не наблюдаются четко выступающие "палки", но наблюдается повышение яркости на двух противоположных сторонах туманности. Примерами таких туманностей могут служить NGC 6720 (в Лире), NGC 7293 (в Володаре) и т. д. Для правильного понимания и применения полученных в дальнейших параграфах теоретических результатов желательно перечислить основные факты, относящиеся к биологическим планетарным туманностям, формы и структура которых пока не могут быть объяснены действием присутствующих в них магнитных полей. Сюда нужно прибавить также особенности формы и структуры остальных, в частности, спиральных и планетарных туманностей, допускающих, по всей вероятности, также электромагнитное объяснение.

1. Большинство планетарных туманностей имеет сплюснутую, часто эллипсоидальную (или овальную) форму. Угловым выражением сплюснутости является почти прямоугольная форма, которая наблюдается редко (типичным представителем этого типа является туманность IC 1106).

2. Почти всегда яркость на концах малой оси эллипсоидальных туманностей больше, чем на концах большой оси. Сама форма области повышенной яркости бывает различной, начиная от "бананообразной" (сильно вытянутой и слегка искривленной дуги (туманность аном. 16^{10,5} и концы почти круговой формы туманность аном. 16^{13,3}).

3. В некоторых случаях наблюдается туманность с четко выраженной биопричностью, но без заметной сплюснутости, т. е. имеющая почти сферическую форму (NGC 3587, аном. 7^{50,0}). Хороший снимок последней туманности см. в [5].

4. У некоторых туманностей яркие области ("палки"), часто "бананообразные", соединены друг с другом светлой "перемычкой", проходящей через центр туманности (своеобразные туманности).

5. В редких случаях наблюдаются туманности, у кото-

рых имеются два спиральных выступа, расположенные симметрично с обеих сторон туманности (спиралообразные туманности). Важно отметить, что спиральные выступы расположены на концах *большой* оси туманности.

6. Наружная край туманностей и надриссении их малой оси, как правило, резки, в то время как, в направлении большой оси границы туманности почти трудно определить.

7. Если биологическая туманность раздвоилась, то биопричность в наружной оболочке выражена менее сильно, чем во внутренней. Иногда это связано с наружной оболочкой отсутствием точки полностью, в то время как во внутренней оболочке оно выражено весьма четко.

2.2. ТИПИЧНЫЙ ПЛОТНОСТЬ

Нас интересует, почему во всем объеме планетарной туманности сферической формы радиуса R с ее одинаковой во всех точках биопричностью ρ_b . Находим на эту туманность магнитное поле H и, следовательно, сплюснутость двух ее "палок" Δr (разность противоположных концов, находящихся друг от друга на расстоянии l). События говоря, длину l в обычном для физики понимании, мы будем иметь только в том случае, когда l меньше или равно расстоянию R ("зададим" от точки, в которой определяется напряженность магнитного поля, т. е. когда $R \leq l/2$). Однако мы допускаем, что "разрыв" Δr может быть даже очень часто, соизмерим с размерами туманности, т. е. что может иметь место условие $R < l/2$. Поэтому при этом введем в терминологию некоторые изменения. Мы будем говорить о "точечном" шнуре, когда $l \geq R$, т. е. когда длину как будто распределен в центре туманности, и о "дисточном" шнуре, когда $l < R$, т. е. когда шнур "занимает" всю туманность. Однако, проходящую через "палки", назовем осью шнуров, или магнитной осью туманности.

В этом параграфе мы рассмотрим влияние точечного шнуров на планетарную туманность. Хотя, как увидим в следующем параграфе, действительная картина, наблюдаемая в планетарных туманностях, может быть объ-

яснена при наличии в них неточечного магнитного диполя, тем не менее, рассмотрение точечного диполя позволит просто и легко проанализировать качественную сторону вопроса, а также провести некоторые подготовительные расчеты формального характера.

Рассмотрим некоторое сечение туманности, проходящее через ее центр O („центральное сечение“), и поместим в начале координат точечный диполь, длиной l и моментом m . В некоторой точке A (рис. 1, определяющейся координатами r и φ (в таких

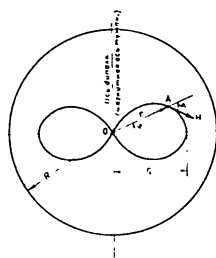


Рис. 1

точках в данном сечении, очевидно, будет четыре) полная напряженность магнитного поля вдоль данной силовой линии будет

$$H(r, \varphi) = \frac{m}{r^3} \sqrt{1 - 3 \sin^2 \varphi} \quad (1)$$

Вектор напряженности направлен по касательной к силовой линии, которая задается уравнением

$$r = r_0 \cos^2 \varphi, \quad (2)$$

и составляет угол φ с радиусом-вектором, определяемым из соотношения

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{1}{2} \operatorname{ctg} \varphi. \quad (3)$$

Заметим, что φ для всех силовых линий одинаково и не зависит от r_0 , обстоятельство, которое, вообще говоря, не имеет места в случае неточечного диполя.

Из формулы (1) видно, что в рассмотренном сечении туманности магнитное поле обладает градиентом напряженности как по r , так и по φ -координате. Градиент напряженности магнитного поля создаст градиент магнитного

давления, который приводит к нарушению первоначального равновесного состояния распределения плотности газа в туманности; возникает макроскопическое перемещение пониженого газа из областей высоких магнитных давлений в области низких давлений. В результате образуется неравномерность в распределении плотности материи, т. е. возникает градиент газного давления по обеим координатам. Градиент газного давления противопоставляется градиенту магнитного давления и в тот момент, когда обе эти величины будут равняться друг другу, дальнейшее перемещение газа прекратится; наступит стационарное состояние. Допустим, что время t_0 (время релаксации), необходимое для достижения стационарного состояния, после приложения к туманности дипольного поля, значительно меньше, чем продолжительность жизни туманности. Тогда условие стационарности в данной точке сведется к взаимной компенсации градиентов магнитного и газного давлений и запишется в виде

$$\nabla \left(\frac{H^2}{8\pi} - kTn \right) = 0 \quad (4)$$

или после интегрирования

$$\frac{H^2}{8\pi} - kTn = C \quad (5)$$

Отсюда имеем для концентрации ионов электронов $n(r, \varphi)$, подставляя значение H из (1):

$$n(r, \varphi) = \frac{C}{kT} - \frac{a^2}{8\pi kT r^6} \cos^2 \varphi, \quad (6)$$

где T есть электронная температура туманности, а через $\varphi(r, \varphi)$ обозначено

$$\varphi(r, \varphi) = 1 - 3 \sin^2 \varphi. \quad (7)$$

Постоянную интегрирования C можно определить, смотря по тому, какую модель туманности рассматривать „бес-

* Принимая, что температура туманности определяется процессами излучения и поглощения, а следовательно, зависит только от плотности газа.

конечную" или "бесконечную". В первом случае допускается, что туманность имеет очень большие по сравнению с длиной диполя размеры и что на ее наружных границах магнитное поле диполя практически отсутствует. Формально это означает для "бесконечной" туманности

$$n(r, z) = n_0 \text{ при } r \ll R \quad (8)$$

В случае "конечной" туманности в формулы (8) для определения C может служить соотношение о равенстве масс "невозмущенной" и "возмущенной" туманностей, которое запишется в виде

$$4\pi \int_0^R \int_0^z n(r, z) r^2 \cos z \, dr \, dz = \frac{4\pi}{3} R^3 n_0 \quad (9)$$

Применение условий (8) и (9) дает из (6) для "бесконечной" туманности

$$\frac{n(r, z)}{n_0} = 1 - \frac{z^2}{r^2} \epsilon^2(z) \quad (10)$$

и для "конечной" туманности

$$\frac{n(r, z)}{n_0} = [1 - \Phi(R/r_0)] - \frac{z^2}{r^2} \epsilon^2(z) \quad (11)$$

где введены обозначения

$$\epsilon^2 = \frac{a^2}{8\pi k l n_0} \quad (12)$$

$$\Phi(R/r_0) = \frac{3}{2} \frac{z}{R^3} \int_0^R \int_0^R \epsilon^2(z) r^2 \cos z \, dr \, dz = \frac{z}{R^3} \left[\left(\frac{R}{r_0} \right)^3 - 1 \right] \quad (13)$$

r_0 есть радиус внутренней границы туманности (см. ниже).

* Во всех приведенных формулах нас будет волновать плотность, стремящаяся в бесконечности к некоторому постоянному значению от нуля и величине. Внешняя граница туманности обусловлена не электромагнитными факторами. Поэтому значение границей плотности является внешняя граница области, в которой рассматривается

Формулы (10) и (11) дают закон распределения относительной концентрации ионов (электронов) по двум координатам на центральном сечении туманности. Из этих формул вытекает, что, во-первых, распределение концентрации симметрично в отношении магнитной оси туманности и, во-вторых, минимальное значение концентрации — на данном расстоянии от центра — получается в направлении магнитной оси туманности ($z = 90^\circ$), а максимальное — в направлении, перпендикулярном этой оси ($z = 0^\circ$). Далее, вблизи к центру туманности областях (r мало) концентрация ионов мала, а в далеких (r велико) она больше.

Объемный коэффициент излучения туманности пропорционален, как известно, квадрату электронной или ионной концентрации. Поэтому даже незначительное различие в величинах концентрации между различными точками в туманности может привести к заметному различию в поверхностных яркостях в этих точках. Это различие будет наибольшее между направлением магнитной оси туманности (область минимальной плотности и направлением экваториальной оси туманности (область максимальной яркости). Контрастность сохранится, когда мы рассматриваем проекцию на плоскость, перпендикулярную магнитной оси, реальной пространственной картины, получаемой путем вращения центрального сечения вокруг магнитной оси туманности. В этом случае получим туманность с двумя областями максимальной яркости, расположенными симметрично по отношению к центру, т. е. получим билюминарную туманность.

Из формул (10) и (11) следует, что при данном значении z , зависящем от величины магнитного момента и "нормальной" (начальной) концентрации ионов n_0 , существуют некоторые значения r_0 и a , при которых концентрация становится равной нулю. Это, очевидно, есть область "избегания", где плотность магнитной энергии, вписе магнитное давление настолько велико, что заряженные частицы не могут оставаться в равновесном состоянии; они должны "высасываться" из этих областей. Уравнение кривой, определяющей границы области "избегания", определяется из урав-

ловия $\mu = 0$, и в случае, например, „бесконечной“ туманности имеет вид

$$r_0 = [2(1 + 3 \sin^2 \varphi_0)]^{1/2}, \quad (14)$$

где r_0 и φ_0 суть координаты границы области „избегания“. Зависимость r_0 от φ_0 очень слабая, поэтому в первом приближении область „избегания“ можно принять за круг (сферический радиусом r_0 , равным

$$r_0 \sim \sqrt{\frac{a^2}{8\pi k T n_0}} \quad (15)$$

Таким образом, *слитная в начале планетарная туманность при наличии в ней дипольного магнитного поля превращается в полую и охватывает туманность*, причем, радиус ее внутренней границы будет тем больше, чем больше магнитный момент туманности (a) или чем меньше концентрация ионов в ней (n_0).

Представление о существовании точечного диполя в туманности, расположенного в ее центре, как увидели, качественно может объяснить возникновение биопольных туманностей. Однако в количественном отношении оно приводит к неприемлемым результатам. В самом деле, всякие попытки согласовать реальные размеры туманностей R с размером диполя l приводят к тому, что напряженность магнитного поля на таких расстояниях от центра, которые соизмеримы с размером диполя $l/2$, оказывается чрезвычайно велика — порядка миллионов гаусс, если допустить, что напряженность магнитного поля у реальных туманностей порядка $10^{-1} - 10^1$ гаусс, а размер диполя порядка радиуса звезды. Эта трудность легко устраняется, если отказаться от представления о точечном диполе и вместо его рассмотреть неточечный диполь, размер которого соизмерим с размерами туманности.

§ 3. Неточечный диполь

В случае неточечного диполя, т. е. когда $l \sim r$ (рис. 2), напряженность магнитного поля в точке (r, z) определяется формулой:

$$H(r, z) = a \psi_1(r, \varphi), \quad (16)$$

где a — магнитный момент, а функция $\psi_1(r, z)$ имеет вид

$$\psi_1(r, z) = \frac{2}{\pi} \frac{x^2 [(1+x^2)^2 - 4x^2 \sin^2 \frac{z}{2}] - (1-x^2)[(1+x^2)^2 - 4x^2 \sin^2 \frac{z}{2}]_{-x}}{(1-x^2)^2 - 4x^2 \sin^2 \frac{z}{2}} \quad (17)$$

где $x^2 = l^2/4r^2$.

Эта формула является более общей, справедливой как для малых, так и для больших расстояний от начала коор-

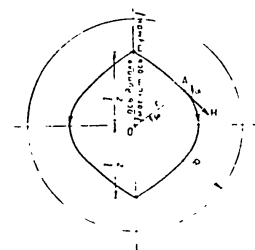


Рис. 2

динат. В частности, когда $l \ll r$, формулы (16) и (17) преобразуются в формулу (1). Практически диполь будет точечным уже при значениях отношения l/r порядка 0,1.

Для определения относительной концентрации ионов в точке (r, φ) имеем из (16) и (17), в случае „бесконечной“ туманности

$$\frac{n(r, \varphi)}{n_0} = 1 - \psi_1^2(r, \varphi) \quad (18)$$

Для „конечной“ туманности имеем, аналогично (11),

$$\frac{n(r, z)}{n_0} = [1 + \Phi_1(R, r_0)] - \psi_1^2(r, z) \quad (19)$$

где $\Phi_1(R, r_0)$ равен

$$\Phi_1 R, \sigma_0 = 3 \left(\frac{l}{R} \right)^3 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sigma_0^2 (1 - z^2 \cos^2 \theta) dz d\theta d\varphi \quad (20)$$

Конкретные численные, проведенные по этим формулам, показывают, что в качественном отношении нет большой разницы между "конечной" и "бесконечной" туманностями. Поэтому в дальнейшем мы будем ограничиваться рассмотрением только "бесконечной" туманности. Заметим, что туманность, диаметр которой будет превышать всего в три раза размер шпола l , уже является "бесконечной", так как на внешних границах такой туманности напряженность магнитного поля будет почти на целый порядок меньше, чем на расстояниях $r \sim l/2$ (при $z \sim 0$).

Таким образом, формула (18) является расчетной формулой для определения распределения концентрации ионов в центральном сечении туманности. Для облегчения вычисления построены графики зависимости величины функции $\sigma_1(r, z)$ от r в единицах l для различных значений z , которые приведены на рис. 3 и 4.

Для определения уравнения границы области "диффузии" в случае точечного шпола имеем из (18)

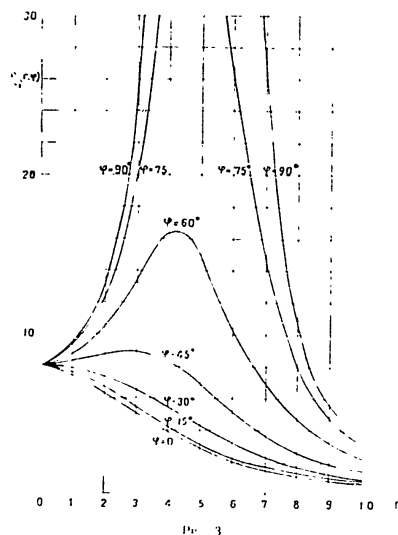
$$\sigma_1(r, z) = \sigma_0 \quad (21)$$

или, согласно (17)

$$\frac{2\sigma_0^2}{l^2} (1 - z^2)^2 r^2 + 4\sigma_0^2 \sin^2 \theta_0 (1 - z_0^2) [1 - z_0^2 - 4z_0 \sin^2 \theta_0 z] = \sigma_0^2 [1 - z_0^2 - 4z \sin^2 \theta_0]^2 \quad (22)$$

где $z_0 = \frac{1}{2l_0} r$, l_0 и z_0 суть текущие координаты границы области "диффузии".

В отписке от случая точечного шпола, где уравнение границы области "диффузии" представляло из себя, грубо говоря, уравнение окружности вокруг начала координат для всех значений z , в этом случае форма этой границы оказывается очень сильно зависящей от величины z , т. е. в конечном счете от величины напряженности магнитного поля. Так, например, при очень малых значениях z (малые значения напряженности магнитного поля), указанная гра-



ница очерчивает две разнотипные друг от друга области оваловой формы, расположенные симметрично по отношению к магнитной оси. Центры этих овалов находятся на расстоянии $l/2$ от центра туманности. При промежуточных и достаточно возмущающих значениях z овал расширяется преимущественно с внутренней стороны, т. е. сторона, соприкасающаяся с центром туманности $\theta = 0$, и, наконец, пересекается с экваториальной плоскостью. При дальнейшем увеличении z овал асимптотически стремится к окружности с центром, находящимся в центре туманности. На рис. 5 при-

44

Г. А. ЛУРЗАДЯН

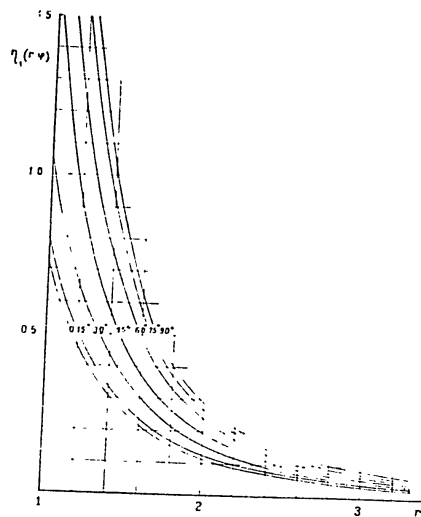


Рис. 4.

Ведены примеры этих кривых для различных значений σ на одной четвертой части сечения туманности. Там же указана полуширина ρ_0 и $l/2$. Пунктиром изображена та же самая кривая для точечного штиля, вычисленная по формуле (14) при $\sigma = 1$.

Как следует из (12), σ прямо пропорциональна квадрату магнитного момента, т. е. магнитной напряженности, и обратно пропорциональна начальной концентрации n_0 . Примем, что n_0 одинаково для всех туманностей, имеющих одинаковые размеры, но различные значения напряженности

О ПРИРОДЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ТУМАННОСТЕЙ

45

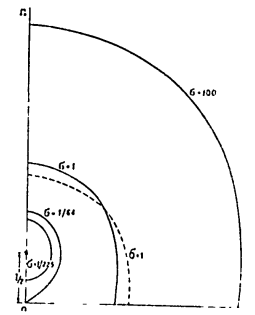


Рис. 5.

магнитного поля. Тогда и σ будет различным для этих туманностей. Соответственно этому формы областей "избегания" и, в конечном счете, формы центральных сечений этих туманностей будут существенно отличаться друг от друга. На рис. 6 схематически приведено несколько таких примеров, где незатрихованные части туманностей соответствуют областям "избегания". Видоизменение общей конфигурации этих форм соответствует увеличению напряженности маг-

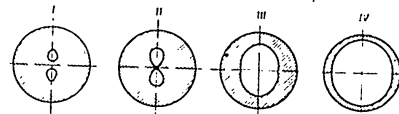


Рис. 6.

нитного поля при переходе от I до IV последовательно, т. е. наименьшее (относительно) напряжение магнитного поля мы имеем в случае I, наибольшее — в случае IV.

Допустим, что напряженность магнитного поля туманности постоянна и не меняется при ее расширении, а кон-

ниях Пунктирной линией обозначены границы областей "избегания". На этой системе изофот хорошо видны "шапки" — области максимальной яркости, расположенные на экваториальной плоскости туманности, симметрично относительно ее центра. Область же наименьшей яркости расположена на магнитной оси. Любопытно отметить, что в приведенном примере интенсивность в направлении магнитной оси сперва уменьшается с удалением от центра и, где-то достигая минимума (равного 4.3), опять увеличивается, прежде чем достигнуть нуля на внешней границе туманности.

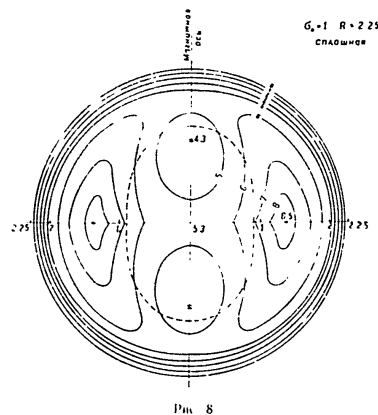


Рис. 8

Сходное с рис. 8 распределение поверхностной яркости дает известная планетарная туманность NGC 3587 („Сонна“), изофоты которой приведены на рис. 9, взятом из работы Аллера и Минковского [5]. Сходство при этом имеет место не только в качественном отношении, но даже в ко-

личественном. В частности, построением продольных фотометрических разрезов по двум осям — магнитной и экваториальной, найдем для отношения наибольшей и наименьшей интенсивностей в случае туманности NGC 3587 (на рис. 9 цифры означают логарифмы интенсивностей и про-

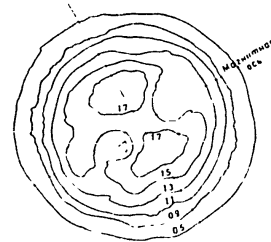


Рис. 9

вольных степенях) значение, равное приблизительно 1.9. Теоретическое же значение этого отношения, найденное из рис. 8, равно 2.

Тождественность обеих систем изофот теоретической и наблюдаемой позволяет оценить величину напряженности магнитного поля в различных частях туманности NGC 3587. Поскольку в данном случае $\tau = 1$, то имеем (12):

$$\tau = \frac{a^2}{8\pi k T n_0} = 1 \quad (26)$$

Примем $T = 10^4$ К, $n_0 \sim 10^{11}$ см $^{-3}$. Тогда найдем из (26) $a \approx 6 \cdot 10^{-4}$ см. Для вычисления напряженности в некоторой точке туманности имеем из (16)

$$H = a \cdot c_1(r, z) = 6 \cdot 10^{-4} \cdot c_1(r, z) \quad (27)$$

Из рис. 3 и 4 найдем, например, при $r = 1$ (т.е. что соответствует расстоянию от центра, приблизительно втрое меньшему радиуса туманности) заметим, что при сделанных

50

Г. А. ГУРЗАДЯН

предположениях радиус туманности NGC 3587 равен 2,25 ед.:

$$\eta_1(1,0) = 0,715 \text{ и } \eta_1(1,90^\circ) = 3,56.$$

Отсюда получим:

$$H \sim 4,10^{-4} \text{ гаусс при } \varphi = 0;$$

$$H \approx 2 \cdot 10^{-5} \text{ гаусс при } \varphi = 90^\circ$$

На расстоянии, равном $r = 2$ ед. (почти на самом краю туманности) имеем:

$$\eta_1(2,0) = 0,115 \text{ и } \eta_1(2,90^\circ) = 0,286$$

Соответственно этому получим:

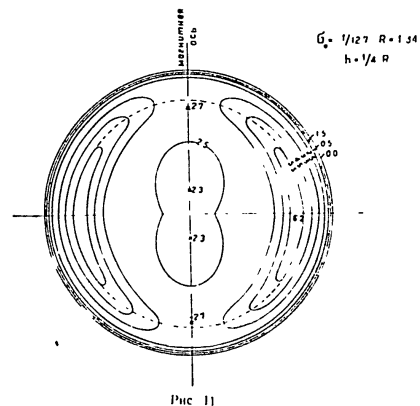
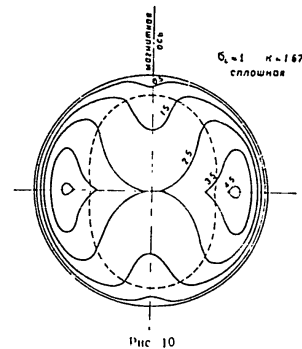
$$H \sim 7 \cdot 10^{-5} \text{ гаусс при } \varphi = 0;$$

$$H \sim 2 \cdot 10^{-4} \text{ гаусс при } \varphi = 90^\circ.$$

В центре туманности ($r = 0$) имеем: $\eta_1(0) = 8$, а следовательно, $H \sim 5 \cdot 10^{-4}$ гаусс.

На рис. 10 приведена теоретическая система изофот туманности, построенная при тех же предположениях, что и в предыдущем случае ($\sigma = 1$, туманность сплошная), но внешний радиус равен $R = 1,76$ ед. В общих чертах система изофот, приведенная на рис. 9 и 10, схожа, но в последнем случае области максимальной яркости („пятны“) выражены более выпукло, сами „пятны“ имеют заостренную с внутренней стороны форму и, наконец, в направлении магнитной оси яркость убывает монотонно с удалением от центра туманности. В результате получается туманность, по внешней форме напоминающая „гимнастические гири“. Такую форму как раз имеет одна интересная туманность на южном небе с координатами $\alpha = 16^h 13,3^m$, $\delta = 51^\circ 52'$ [6]. С приведенной системой изофот очень хорошо согласуется и форма туманности NGC 3195, находящейся также на южном небе [6].

На рис. 11 и 12 приведены теоретические системы изофот, построенные уже не для сплошной туманности, а для оболочки, толщина h которой составляет $1/4$ и $1/8$ части радиуса туманности соответственно. Внешний радиус туман-



ности равен: в первом случае $R = 1,34$ ед., во втором случае $R = 1,17$ ед. Обе системы изофот построены для значения $z = 1/12,7$. Первая из этих систем (рис. 11) по своей структуре напоминает некоторые кольцеобразные туман-

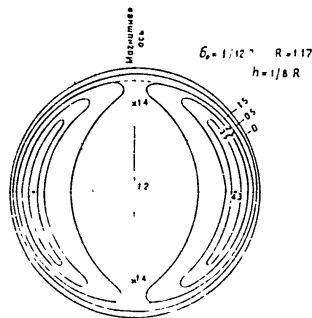


Рис. 12

ности, у которых наблюдается повышение яркости на концах малой оси, в том числе туманности NGC 6720, 7293 и т. д. Воспользуемся имеющимися изоботами, например для туманности NGC 6720, легко найдем отношение интенсивностей между областями повышенной яркости и центром. Оно получается порядка $2,5 \cdot 10^{-3}$ (см., например, [7], а также [8], стр. 217). Почти такое же отношение получается из системы изофот, приведенной на рис. 11. Поэтому можно думать, что принятые выше характеристики для "теоретической" туманности достаточно хорошо соответствуют реальным туманности NGC 6720. Отсюда найдем для напряженности магнитного поля на расстоянии $r \sim 1 \cdot 10^{-13}$ ед. в области "шапок" ($z \sim 0$) $H \sim 10^{-11}$ гаусс, в области магнитных полюсов ($z \sim 90^\circ$) $H \sim 5 \cdot 10^{-11}$ гаусс, а в центре ($r \sim 0$) $H \sim 10^{-11}$ гаусс, т. е. во всех случаях примерно в 4—5 раз меньше, чем у туманности NGC 3587.

С системой изофот рис. 12 (толщина оболочки равна $1/8$ радиуса) качественно хорошо согласуется структура и форма туманности $z = 16^\circ 10'$, $z = 74^\circ 50'$ [6], а также NGC 7662 [9], у которых "шапки" имеют "банановидную" форму.

На рис. 13 приведен еще один пример построенных систем изофот. Они соответствуют значению $z = 10$, $R = 2$ ед.

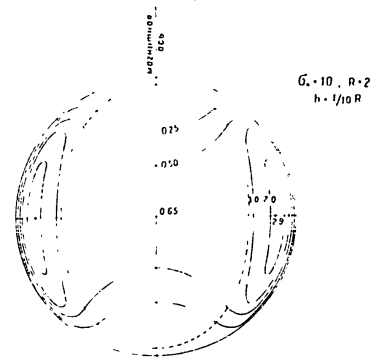


Рис. 13

и толщине оболочки, равной $1/10$ радиуса туманности. В этом примере достигнута контрастность между яркостью "шапок" и яркостью в центре туманности в еще большей степени, чем в предыдущих примерах (планетарные туманности NGC 40, 6058 и др.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представление о существовании магнитных полей не-точечного дипольного типа в планетарных туманностях хорошо объясняет наблюдаемое разнообразие их формы и структуры. Основные результаты, которые получены в настоящем этапе изучения этого вопроса, следующие:

1. Дипольное магнитное поле вызывает перераспределение ионизованной материи планетарной туманности, в результате чего в ней образуются две яркие области — «шапки», расположенные симметрично в отношении ядра. Линия, соединяющая обе «шапки», перпендикулярна магнитной оси туманности.

2. Дипольное магнитное поле может привести к образованию области «избегания» внутри туманности, где присутствие газа невозможно. Размеры этой области увеличиваются с увеличением напряженности магнитного поля.

3. Величина напряженности магнитного поля различна как для различных туманностей, так и для различных точек внутри данной туманности. В ярких областях (в «шапках») она в среднем порядка 10^{-1} — 10^1 гаусс, т. е. значительно превышает напряженности общего магнитного поля Галактики.

4. Относительная глубина «затекания» магнитных полюсов у различных туманностей различна и, возможно, меняется с расширением туманности.

Паряду с этим, можно наметить ряд последствий, которые обусловлены магнитными полями планетарных туманностей и которые нуждаются в дальнейшем изучении. Укажем некоторые из них.

1. У реальной, расширяющейся с некоторой скоростью планетарной туманности дипольное магнитное поле должно вызывать магнитное торможение, величина которого различна в различных направлениях. В результате туманность должна принять вытянутую, т. е. сплюснутую форму, с длинной осью, расположенной на магнитной оси туманности. Степень сплюснутости, очевидно, должна зависеть как от величины напряженности поля, так и от относительной глу-

бины «затекания» магнитных полюсов. При этом можно будет ожидать образование самых разнообразных форм планетарных туманностей, начиная от сферической, эллиптической и кончая почти «прямоугольной» формой.

2. При значительном удалении некоторой части материи туманности в направлении магнитной оси, эта материя может отойти на большое расстояние от магнитных полюсов, где напряженность собственного магнитного поля мала и сравнима с напряженностью общего регулярного магнитного поля Галактики в данном месте. Взаимодействие собственного дипольного поля туманности с регулярным полем Галактики должно сказываться на структуре туманности в этих частях, т. е. на концах магнитной оси. При этом может оказаться возможным образование спиральных рукавов и, тем самым, спиральных туманностей.

3. Согласно вышесказанному в [3] концепции, ядра планетарных туманностей являются молодыми, еще не совсем сформировавшимися звездами. Поэтому не исключена возможность испускания ультрарегикулярных электронов со стороны центральной звезды. Взаимодействие этих электронов с магнитным полем туманности должно привести к появлению синхротронного излучения, непрерывного по своему спектру. Это излучение должно быть поляризовано. Максимальную степень поляризации, а также максимальную плотность синхротронного излучения следует ожидать в области «шапок», т. е. в направлении, перпендикулярном магнитной оси туманности. Относительная доля энергии этого излучения среди общего непрерывного излучения туманности, по-видимому, должна быть очень мала. Тем не менее, при особых случаях ее можно будет выделить путем тонких, в частности поляризационных методов исследования (по этому вопросу см. также [8]).

4. Планетарная туманность, расширяясь, в конце концов должна рассеяться в межзвездном пространстве. Поскольку материя, составляющая планетарную туманность, уносит с собой магнитное поле, то последнее также будет рассеиваться в межзвездном пространстве. Магнитная ось каждой туманности ориентирована в пространстве произвольным

образом. Поэтому сумма полей рассеянных туманностей даст новое поле, уже *хаотическое* по своей структуре. Учитывая относительно высокую частоту рождения планетарных туманностей (порядка одной туманности в год) и малую продолжительность их жизни (порядка нескольких десятков тысяч лет), следовало бы изучить дальнюю судьбу планетарных туманностей и их магнитных полей в сферической и промежуточной подсистемах Галактики.

Таким образом, уже полученные до некоторой степени предварительные результаты указывают на большое значение магнитных полей в вопросах динамики планетарных туманностей. Поэтому проведение дальнейших исследований в этом направлении следует считать желательным. Особое внимание при этом следует обратить в первую очередь, на получение новых наблюдательных данных, относящихся к отдельным планетарным туманностям, путем применения фотометрических, спектрофотометрических и поляризационных методов исследования.

Январь 1958

Г. А. ГУРЗДЯН

ՄԱՌԱՐԱՎԱՅԵԼ ՄԻՋԱՄԱՍՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԱԳՆԻՏԱԿԱՆ
ԴԱՇՏՆԵՐԻ ԲՆՈՒՅԹԻ ՄԱՍԻՆ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Յույց է արվում, որ մոլորակաձև միգամածություններում պետք է դրսևորվեն տեղական ու ինտերստելյար մագնիսական դաշտեր, որոնք և պայմանավորում են նրանց ձևերի և կառուցվածքի դիտվող բազմազանությունը: Ստացված են համապատասխան բանաձևեր՝ միգամածությունում նյութի խտությունը որոշելու համար՝ կախված մագնիսական դաշտի ձևից և լարվածության մեծությունից, ինչպես նաև միգամածության չափերից ու նրա սկզբնական խտությունից:

Աշխատանքի հիմնական արդյունքները ներկայանված են:

1. Դիտվել են մագնիսական դաշտերը բերում են միգամածության խնացված նյութի վերադասավորմանը, որի հետևանքով միգամածության մեջ առաջանում են միջուկի նկատմամբ սիմետրիկ կերպով դասավորված երկու պարզաու տիրույթներ — «զրկարկիկներ» և «իլիարկիկներ»՝ իրար միացնող դիմը սղողալայց է միգամածության մագնիսական առանցքին:

2. Դիտվել են մագնիսական դաշտի կարող է մեղմամածության կենտրոնում առաջ բերել «խոտավման» տարածություն, որտեղ դաղի տիրույթներն անհնար է հետաքննել տարածության չափերը մեծանում են մագնիսական դաշտի լարվածության մեծացմամբ:

3. Մագնիսական դաշտի լարվածության մեծությունը տարբեր է ինչպես տարբեր միգամածություններում, նույնպես և միևնույն միգամածության տարբեր մասերում: Միջին հաշվով միգամածության պարզաու տիրույթներում նրա մեծությունը կազմում է 10^{-5} և 10^{-4} գոտու, որն զգալիորեն գերազանցում է Գալակտիկայի բնդհանուր մագնիսական դաշտի լարվածությանը:

4. Մագնիսական բևեռների «սեղանավորվածության» հարաբերական խորթությունը տարբեր միգամածությունների մոտ տարբեր է և հավանորեն փոխվում է միգամածության լարվածության բնագծով:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. I. A. Gurzdan, ДАН СССР, 113, № 6, 1241, 1957.
2. I. A. Gurzdan, Вопросы космизма, VI, 1958.
3. I. A. Gurzdan, ДАН СССР, 113, № 7, 1013, 1957.
4. L. Aller, Gaseous Nebulae, London, 1956.
5. L. Aller and R. Minkowsky, Ap. J. 120, 261, 1954.
6. D. Evans and Thackeray A. M. N. 110, 124, 1950.
7. I. A. Gurzdan, Вестник Академии наук СССР, 1958, № 1, 1918.
8. I. A. Gurzdan, ДАН АрмССР, 24, 53, 1957.
9. O. Wilson, Ap. J. 111, 279, 1950.

Г. А. Гурздян

ОБ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ПРИРОДЕ
СПИРАЛЕВИДНЫХ ПЛАНЕТАРНЫХ ТУМАННОСТЕЙ

Спиралевидными мы называем те планетарные туманности, у которых наблюдаются два рукава, похожие на спиральные ветви, расположенные симметрично относительно туманности [1, 2]. Разновидностью спиралевидных туманностей являются зетобразные туманности, основная структура которых напоминает биполярные туманности с той лишь разницей, что "шпикли" в этом случае соединены друг с другом яркой перемычкой. Типичным представителем спиралевидной туманности является NGC 4361, новый снимок которой, полученный Минковским с помощью 200" телескопа, помещен в [3]. Представителями зетобразных туманностей являются NGC 6778, 2452 [4]. Как показал Н. А. Разматие, зетобразную структуру имеет также планетарная туманность NGC 6853 [9]. На это указывает также снимок этой туманности, помещенный в [10].

Изучение структуры биполярных туманностей привело к выводу, что в планетарных туманностях вообще должны присутствовать магнитные поля [5]. Дальнейшее исследование этого вопроса привело к представлению о существовании в них самостоятельных *дипольных* магнитных полей, причем размер диполя соизмерим с размерами туманности [6]. Напряженность магнитного поля в различных частях туманности оказалась при этом различной и доходила до величин порядка 10^{-1} – 10^{-2} гаусс, т. е. значительно превышающих напряженность магнитного поля Галактики.

Представление о существовании в планетарных туманностях дипольных магнитных полей хорошо объясняет многие особенности их структуры, а также наблюдаемое разнообразие их форм. В частности, оно приводит к следующим двум важным следствиям.

1. При наличии дипольных магнитных полей туманности должны иметь биполярную структуру, т. е. иметь две яркие, расположенные симметрично в отношении ядра "пятны".

2. Если туманность расширяется и вместе с тем обладала дипольным полем, то она должна принять вытянутую и направленную магнитной осью форму.

Остановимся на втором из этих особенностей. Вытянутость туманности в направлении ее магнитной оси означает, что она в этом направлении расширяется с большей скоростью, чем в направлении экваториальной плоскости. Впечатление будет такое, как будто из полюсов происходит истечение газовой материи в направлении магнитной оси в виде широкой струи, образуя выступы с обеих сторон туманности. На самом же деле имеет место замедление расширения туманности в экваториальной плоскости, т. е. в направлении, перпендикулярном магнитным силовым линиям. Указанные струи или выступы особенно хорошо видны, например, у двухобочковидной туманности NGC 7009; они расположены на длинной оси туманности, которая одновременно является и ее магнитной осью.

Дипольное магнитное поле в планетарных туманностях обычно бывает *нечеточного* типа [6], когда размер диполя l (расстояние между "точечными" зарядами) порядка диаметра туманности $2R$ (см. рис. 1, где через N и S обозначены северный и южный полюсы соответственно на центральном сечении туманности; последняя заштрихована). С удалением от туманности магнитное поле быстро падает (напряженность поля уменьшается приблизительно обратно кубу расстояния).

Представим теперь, что упомянутые выступы настолько удалены от магнитных полюсов, что напряженность дипольного поля в них, уменьшаясь по величине, становится порядка напряженности общего магнитного поля Галактики в

данном месте, т. е. порядка $10^{-5} - 10^{-6}$ гаусс. Это общее поле Галактики может быть принято внутри рассматриваемых нами объемов однородным. В таком случае при рассмотрении строения туманности уже нельзя будет игнорировать это поле Галактики и, поэтому, структура туманности на концах ее магнитной оси, т. е. в области выступов, уже будет определяться комбинацией действующим дипольного поля туманности и однородного или почти однородного поля Галактики.

В дальнейших рассуждениях ограничимся рассмотрением только одной северной полюсич туманности, структура которой пары магнитных силовых линий которой, в увеличенном виде, изображена на рис. 2. В отношении ориентации магнитной оси туманности поставим условие, чтобы она не была параллельна магнитной линии Галактики в данном месте. Примем, для простоты, что она перпендикулярна этим силовым линиям.

Возьмем две точки в пределах рассмотренного выступа: A и B , расположенные симметрично в отношении магнитной оси, т. е. находящиеся на одинаковых расстояниях от полюса N . Магнитная силовая линия, проходящая через точку A , очевидно, представляет собой зеркальное изображение магнитной силовой линии, проходящей через точку B . Поэтому векторы напряженности от дипольного поля в точках A и B будут равны друг другу как по величине, так и по модулю угла, составленного между этими векторами

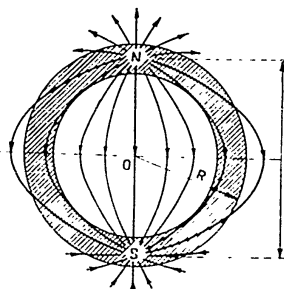


Рис. 1

и радиус-векторами точек А и В, будут равны друг другу. Абсолютная величина этого вектора в случае неточечного диполя определяется по формуле:

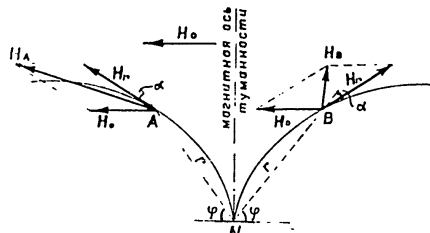


Рис 2

$$H_A = H_B = a \eta_1(r, \varphi), \quad (1)$$

где a — магнитный момент диполя, а функция $\eta_1(r, \varphi)$ равна:

$$\eta_1(r, \varphi) = \frac{2^2 \cdot x^2 \left[(1+x^2)^2 + 4x^2 \sin^2 \varphi - (1-x^2)^2 (1+x^2)^2 - 4x^2 \sin^2 \varphi \right]}{(1+x^2)^2 - 4x^2 \sin^2 \varphi} \quad (2)$$

где $x = l/2r$. Графики функции $\eta_1(r, \varphi)$ для различных значений l/r и φ приведены в [6].

В случае точечного диполя (когда $\frac{l}{r} \rightarrow 0$) выражение (1) примет более простую форму:

$$H_A = H_B = \frac{a}{r^3} \eta_1(\varphi), \quad (3)$$

где

$$\eta_1(\varphi) = 1/1 - 3\sin^2 \varphi. \quad (4)$$

Что же касается угла α , определяющего напряженность

вектора напряженности, то он, например для случая точечного диполя, определяется из соотношения:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{2} \operatorname{ctg} \varphi. \quad (5)$$

Наложим в точках А и В вектор напряженности магнитного поля Галактики H_0 , величина которого порядка величины напряженности дипольного поля в области выступов, т. е. в точках А и В. Тогда будем иметь для полных напряженностей в этих точках:

$$H_A = H_0 + H_0; \quad (6)$$

$$H_B = H_0 - H_0. \quad (7)$$

Из рис. 2 очевидно, что $H_A \neq H_B$. Важно отметить, что степень этого неравенства различна на различных расстояниях от полюса. Так, при близких к полюсу расстояниях, где $H_0 \gg H_0$, будем иметь: $H_A \sim H_B \sim H_0$. На больших расстояниях имеем $H_0 \ll H_0$ и поэтому $H_A \sim H_B \sim H_0$. Таким образом, справа и слева от магнитной оси имеются некоторые замкнутые области, в пределах которых сохраняется неравенство $H_A \neq H_B$; это, очевидно, будет соответствовать расстояниям, где $H_0 \sim H_0$.

Плотность ионизованного газа, находящегося в состоянии теплового движения, в точке (r, φ) при наличии магнитного поля определяется из следующего условия стационарности:

$$\frac{H^2}{8\pi} - \frac{\rho v^2}{2} = C, \quad (8)$$

где v — термическая скорость ионов, одинаковая во всех точках рассмотренной области, C — некоторая постоянная; способы определения этой постоянной описаны в [6].

Из (8) имеем:

$$\rho = \frac{2C}{v^2} - \frac{H^2}{4\pi v^2}. \quad (9)$$

Воспользуясь этой формулой, найдем, что плотность газа в точке В должна быть больше, чем в точке А, т. е.

имеет место условие $\rho_B = \rho_A$ для некоторых замкнутых областей вокруг A и B .

Вывод, который можно сделать из приведенных качественных рассуждений, напрашивается сам собой. Если при отсутствии галактического магнитного поля распределение плотности было симметричным в отношении магнитной оси, то при наличии такого поля оно больше не будет таким: плотность в правой половине от оси (при принятой схеме) будет больше, чем в левой. Далее, коэффициент объемного излучения туманности пропорционален квадрату концентрации ионов или электронов, поэтому даже при незначительной разнице плотностей может образоваться значительная разница в яркостях между областями, расположенными в разных сторонах от магнитной оси. Нетрудно убедиться, что при этом впечатление будет такое, как будто выступы превратились в спиральные рукава. Поскольку вся картина повторяется (в зеркальном изображении) и в отношении южного

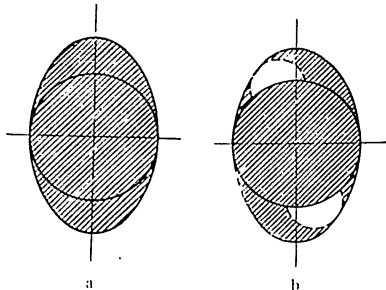


Рис. 3.

полюса, то в результате получим туманность с двумя спиральными рукавами, расположенными симметрично с обеих сторон; получим спиральную туманность. На рис. 3 схематически изображена форма продолговатой (с выступами)

туманности при отсутствии магнитного поля Галактики (а), и при комбинированном действии дипольного магнитного поля туманности и однородного магнитного поля Галактики (б).

В 1953 г. нами была выдвинута гипотеза, согласно которой происхождение формы спиралевидных туманностей может быть следствием истечения газовой материи из двух противоположных точек туманности и осевого вращения [1, 2]. Теперь мы видим, что существование магнитных полей в туманностях естественным образом объясняет и появление спиральных ветвей. В отличие от прежней, гидродинамической теории возникновения спиральных рукавов здесь абсолютно не требуется вращение туманности. Спиральные ветви, таким образом, являются какими-то узорами, "украшающими" туманность, но вместе с тем они лишены всякой "динамичности", кажущейся на первый взгляд неизбежной.

Нами произведены конкретные вычисления с целью нанести картину распределения яркости по одному из полярных выступов, т. е. картину изофотон, при комбинированном действии на него дипольного магнитного поля туманности и однородного внешнего магнитного поля. Дипольное поле принято точечного типа, а магнитное поле Галактики принято в десять раз меньшим напряженности дипольного поля туманности в ее центре и направленным перпендикулярно магнитной оси туманности. Что же касается угла α , то он определяется приблизительно по формуле (5), что, как было указано, справедливо только при точечном диполе.

Распределение относительной плотности газа по выступу вычисляется согласно формуле, выведенной из (9) (см. [6]):

$$\frac{\rho}{\rho_0} = 1 - \alpha \chi_2^2(r, z), \quad (10)$$

где α — некоторый коэффициент, зависящий, в частности, о величине магнитного момента диполя и средней плотности ионов (в наших вычислениях принято $\alpha = 5$), а через $\chi_2(r, z)$ обозначено абсолютное значение вектора χ_2 в данной точке, где $\chi_2 = H_r + H_z$. Абсолютное значение вектора χ_2 опре-

делено графическим способом для ряда точек, расположенных на радиус-векторах, исходящих из полюса N по всем направлениям в интервале от $\varphi = 0$ до $\varphi = 90^\circ$ и образующих между собой угол, равный 15° . Значения функции $\eta_1(\varphi, \varphi)$, необходимые для определения величины вектора $\vec{b}_2$ в точке (φ, φ) , взяты из рис. 3 и 4 работы [6].

Результаты вычисления в виде построенных изофот на центральном сечении тумана приведены на рис. 4, где цифры означают интенсивности в произвольных единицах. Форма туманности указана пунктирной линией, нас интересует только структура выступа, поэтому приводить подробности формы и строения самой туманности нецелесообразно. Укажем лишь, что при данной структуре и форме выступа возможны самые различные формы и структуры туманности.

Как видно из приведенного рисунка, при комбинированном действии дипольного поля туманности и однородного поля Галактики в самом деле могут образоваться спиральные рукава на концах магнитной оси за счет перераспределения массы газа полярных выступов туманности.

Помимо упомянутой выше туманности NGC 4361, у которой наличие спиральных рукавов не вызывает сомнения, имеется ряд туманностей, также

обладающих спиральными рукавами. Сюда относятся, в первую очередь, известная биполярная туманность NGC 7026, для которой фото, полученное с помощью 200" телескопа,

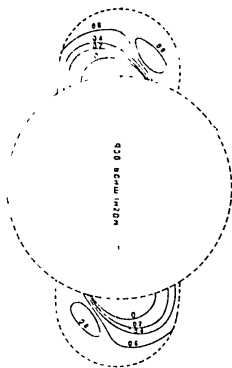


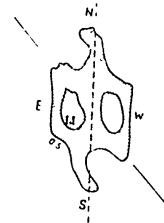
Рис. 4

и изофоты приведены в книге Аллера [7]. Изофоты воспроизведены нами из [7] на рис. 5 в несколько сокращенном виде, а именно мы отбросили последние два контура, соответствующие значению $\lg J$, равному 0,1 и 0,3 соответственно, и оставили, как определяющий внешнюю границу туманности, контур, соответствующий значению $\lg J$, равному 0,5.

Наличие спиральных рукавов в этой туманности, расположенной симметрично с ее обеих сторон, более чем очевидно. Что в этой туманности в самом деле имеется дипольное магнитное поле, необходимое для образования спиральных рукавов, можно убедиться, обратив внимание на следующие факты. Во-первых, эта туманность биполярная во вторых, она сильно сжата в направлении экваториального диаметра, в результате чего она и приняла почти прямоугольную форму (аналогично туманности IC 4106). Пунктирной линией на рис. 5 обозначено направление магнитной оси, так, как это следует ожидать, исходя из структуры туманности, а черточками направление плоскости экватора Галактики, по которой, как полагают, направлены силовые линии общего магнитного поля Галактики.

Другой пример спиральной туманности мы имеем в случае планетарной туманности CN—29 13998, изофоты которой воспроизведены, опять-таки из книги Аллера, на рис. 6.

Следует обратить внимание прежде всего на сильно сплюснутую, почти прямоугольную форму этой туманности, являющей собой убедительное доказательство существования магнитных полей в ней. Что же касается спиральных

Рис. 5. Спиральная туманность NGC 7026. Цифры означают $\lg J$. Пунктирная линия магнитная ось туманности, черточки — направление плоскости экватора Галактики.

ветвей, расположенных на концах магнитной оси (пунктирная линия), то их форма, напоминающая клешни, как будто более близко подходит к тем, которые приведены на рис. 5 для одного частного случая расчетной схемы.

Довольно ясно выраженную спиралевидную структуру имеет также вторая оболочка одной из интересных биполярных туманностей: $\alpha = 16^{\circ}10', \delta = 51^{\circ}50'$, фото которой помещено в статье Эванса и Текерей [6].

Возвращаясь к туманности NGC 7009, уже упомянутой выше, следует подчеркнуть, что в этом случае мы имеем также спиралевидную туманность, одновременно падающую, плоскость спиралей которой приблизительно перпендикулярна плоскости картины. Что же касается вектора напряженности магнитного поля Галактики, то он также находится в плоскости, перпендикулярной картине, но, судя по симметрично расположенным темным пятнам на второй оболочке, слегка наклоненной (порядка 30°) в отношении магнитной оси туманности; последняя совпадает с линией, проходящей через центр туманности и обоих выступов.

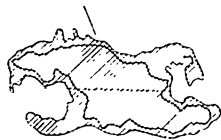


Рис. 6. Спектральный снимок планетарной туманности NGC 7009. Пунктирная линия — магнитная ось туманности, черточки — направление плоскости, параллельной галактическому вектору

Теперь несколько слов о зетобразных туманностях. В отношении этих объектов также была развита в [1, 2] гидродинамическая теория образования перемычек и спиральных ветвей, на основе гипотезы об истечении газовой материи из центральных областей туманности. Теперь от этого объяснения, по-видимому, следует отказаться, так как зетобразная форма некоторых туманностей, как увидим ниже, по всей вероятности, также может быть объяснена как результат частного случая проявления магнитных полей внутри туманности.

Допустим, что планетарная туманность имеет довольно большие линейные размеры, так, что напряженность поля, будучи наибольшей на ее наружных границах (размер дуги l порядка диаметра туманности $2R$), будет довольно мала в ее центральных частях, причем настолько мала, что она может быть сравнима по своей величине с напряженностью магнитного поля Галактики ($H_0 \sim H_g$).

Проанализируем возникающую при этом картину подобно тому, как это было сделано выше, когда условие $H_0 \sim H_g$ имело место в относительно далеких от центра туманности областях. Для этого обратимся к рис. 7, где схематически изображены магнитные полюса туманности N и S и пара магнитных силовых линий, расположенных симметрично относительно магнитной оси. Вектор напряженности магнитного поля Галактики H_0 привнес перпендикулярным магнитной оси туманности в точках A_1, A_2, B_1 и B_2 , находящихся на одинаковых линейных расстояниях от центра и одинаковых угловых расстояниях от магнитной оси, напряженности магнитного поля источника одно и то же H_0 , одинаковы. Однако векторная сумма H_0 и H_g уже неодинакова во всех точках. Она одинакова в точках A_1 и A_2 с одной стороны ($H_1 = H_2$), и в точках B_1 и B_2 с другой ($H_3 = H_4$). По H_1, H_2, H_3, H_4 . Степень этого неравенства хотя может меняться при передвижении вдоль направления aa и bb, но в среднем, следует думать, она будет сохранена в пределах некоторой величины.

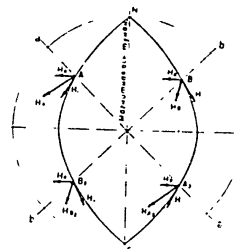


Рис. 7.

Возникновение неравенства $H_1 \neq H_2, H_3 \neq H_4$ приводит к тому, что в направлении bb, как это следует из 9, плотность газа будет больше, чем в направлении aa. Это значит, что

если действие дипольного поля приводит к образованию биполярной туманности, с максимумом яркости в направлении ее экваториальной плоскости и симметричной в отношении магнитной оси, то при наличии дополнительного условия $H_z \sim H_\theta$, указанные максимумы больше не будут симметричны в отношении магнитной оси, в этом случае яркость, например, в направлении $b\theta$ будет несколько больше, чем в направлении az . А это уже есть, являющаяся туманность.

Мы здесь описали качественную картину явления только для центрального сечения туманности. В действительности, для построения изофотон реальной туманности, чрезвычайно для собственного излучения, следует решить пространственную задачу. Эта задача труднее и поэтому мы пока ограничимся только что сделанным анализом, оставляя ее решение для дальнейшего.

Таким образом, основная структура и форма большинства планетарных туманностей хотя и обусловлены действием собственного источенного дипольного поля, отдельные детали или элементы их структуры могут быть обязаны своим существованием или происхождением комбинационным тепловым магнитного поля Галактики и дипольного поля самих туманностей. Необходимым условием по общему комбинированного действия является: $H_z \sim H_\theta$, т. е. одинаковость по величине порядок напряженности обоих типов полей в данной точке туманности. При выполнении этого условия в разреженных областях туманности могут образоваться спиральные туманности; когда же оно выполняется в ее плотных областях, могут образоваться являющиеся туманности.

В заключение следует отметить, что некоторые отношения к материалу выше вопроса могут иметь экспериментальные работы Босвика [11], исследовавшие астрофизические процессы в лабораторных условиях. В частности, при пропускании струйки почти полностью ионизированного газа (плазмы) по магнитному полю в вакууме он смог наблюдать процесс искажения формы плазмы и, в частности, образование в результате этого спиральных рукавов с обеих сторон плазмы.

Инварь, 1958

Գ. Լ. ԳԻՐՏԻԱԴԻՆ

ՍՊԻՐԱԼ, ՄՈՆՈԲՈԼԱՐԱԿԱՆ, ՄԻԳՆԱԼԱԿԱՆ ԻՅՈՒՆՆԵՐԻ
ԱՆԿՏՐՈՒԿԱԿԱՆ ՎԵՐՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա ճ փ ո փ ո լ ճ

Քեզիս մուրակամե միգմատիվումների հիմնական ձևեր և կառուցվածքը պարամետրիզմ են սեփական գիտությունը դաշտերի ներդրումով, նրանցում գիտությունը առանձին առարկաներ և մասնավորապես սպիրալ կառուցվածքը առաջադրում է կամ գրավում հետևանք են Գալակտիկայի կառուցվածքը մագնիսական դաշտի և միգմատիվումների գիտությունը դաշտի համառոտ ներդրումով, նման համառոտ ներդրումով անհրաժեշտ պարամետր $H_z \sim H_\theta$, այսինքն, Գալակտիկայի կառուցվածքը մագնիսական դաշտի լարվածության (H_θ) և միգմատիվումների գիտությունը մագնիսական դաշտի լարվածությունը ավելի կետում (H_z) պետք է լինեն նախ կարգի մեծությունները երբ այդ պարամետր սեղի տեղի միգմատիվումների արտաքին մասերում, կարող են առաջանալ սպիրալ միգմատիվումներ, իսկ երբ այն տեղի տեղի միգմատիվումների ներքին մասերում, կարող են առաջանալ զիված միգմատիվումները:

Բնորոշ է այն հանգամանքը, որ սպիրալ լիներ մուրակամե միգմատիվումներում չունեն զիվածիկ ընտել, նրանք ներկայացնում են իրենցից երկրաչափական տեղի այն տիրույթների, որտեղ մագնիսական դաշտի լարվածության բացարձակ արժեքը ամենափոքրն է:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Գ. Լ. Գիրսին, *Астроном. журнал*, 30, № 5, 1954, 30, № 6, 1953.
2. Գ. Լ. Գիրսին, *Вопросы физики планетарных туманностей*, Гренин, 1951.
3. *O. Struve*, *Sky and Telescope*, 16, № 6, 1957.
4. *H. Curtis*, *Publ. Lick Obs.*, 13, 1917.
5. Գ. Լ. Գիրսին, *IAU C.C.P.*, 11, 1231, 1957.
6. Գ. Լ. Գիրսին, *Совм. доклады на симпозиуме*, 24, 1958.
7. *L. Aller*, *Gaseous Nebulae*, London, 1956.
8. *D. Evans* and *A. Thackeray*, *M.N.*, 110, 429, 1940.
9. Գ. Լ. Գիրսին, *Астроном. журнал*, 33, 698, 1956.

10. J. Hall & A. Hoag, *Sky and Telescope*, 16, № 1, 1956.
 11. W. H. Hostik, *Trans. N. Y. Acad. Sci.*, 20, № 1, 79, 1957, *Phys. Rev* 104, 292, 1956; 106, 401, 1957.

Р. А. Саакян

ФУНКЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕСНЫХ ДВОЙНЫХ ЗВЕЗД ПО СУММЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ РАДИУСОВ КОМПОНЕНТ

ВВЕДЕНИЕ

Обнаружение двойных звезд обычно происходит тремя путями: визуально, спектроскопически и фотометрически.

Визуально обнаруживаются сравнительно широкие пары. Спектроскопическим путем легко обнаруживаются тесные пары, состоящие из звезд, у которых орбитальная скорость велика. При этом вероятность открытия больше для тех звезд, у которых плоскость орбиты составляет малый угол с лучом зрения. Учитывая это, можно утверждать, что число пар (с расстояниями меньше 10 а. е.) гораздо больше, чем может быть обнаружено спектральным путем.

Фотометрическим способом обнаруживаются тесные двойные звезды, у которых плоскости орбит составляют очень малый угол с лучом зрения. Фотометрическим способом легко обнаруживаются те звезды, у которых (угол между лучом зрения и нормалью к плоскости орбиты) больше, орбитальный период обращения меньше, размеры компонент больше и у которых поверхностные яркости компонент сильно отличаются друг от друга.

Таким образом, мы видим, что на число обнаруженных и внесенных в каталог двойных, имеющих данные особенности, большое влияние может оказать избирательность наблюдений. Поэтому при обработке материала наблюдений со статистическими целями надо учитывать избирательность наблюдений. В противном случае часто можно прийти к неправильным заключениям.

Визуально-двойные звезды статистически изучены лучше, чем тесные двойные звезды. Для визуально-двойных звезд, из данных наблюдений, получено несколько функций распределения. Так, например, Эппком [2] и Амбарцумяном [1] получены функции распределения визуально-двойных звезд по расстояниям между компонентами, а Валенинским и автором [3] получена функция распределения визуально-двойных звезд по разностям звездных величин компонент и т. д.

Для тесных двойных звезд эти функции распределения до сих пор не получены и пока не ясно, можно ли закономерности, относящиеся к широким парам, распространить на тесные двойные или нет. Чтобы ответить на этот вопрос, надо изучать данные наблюдений, касающиеся тесных двойных. При этом получить прямые данные о некоторых характеристиках этих звезд непосредственно из наблюдений часто еще невозможно.

Однако можно попытаться получить законы распределения некоторых элементов тесных двойных звезд из данных наблюдений над спектральными двойными и фотометрическими двойными, используя знание вероятностей открытия и статистику величин, зависящих от этих элементов, где используя косвенные данные.

Ниже делается такая попытка в отношении фотометрических двойных.

§ 1. О КОРРЕЛЯЦИИ МЕЖДУ АМПЛИТУДОЙ ЗВЕЗДНОЙ ВЕЛИЧИНЫ, ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ОБЩЕГО ЗАТМЕНИЯ И СУММОЙ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ РАДИУСОВ КОМПОНЕНТ

Допустим, что имеется затменная переменная с определенными элементами. Если оставить все элементы этой звезды постоянными, а наклонность орбиты менять, то будут изменяться амплитуда звездной величины и продолжительность затмения, так как они обе зависят от наклонности орбиты. Таким образом, должна существовать зависимость между амплитудой и продолжительностью затмения затменной переменной. В случае же, когда имеется много пар со

невозможными физическими элементами звезд и элементами орбит, положение дел будет другим.

Данные наблюдений, взятые из каталога переменных звезд Кукаркина-Наренго, показывают, что никакой корреляции между амплитудами и продолжительностями затмений нет и в среднем, как показывает таблица 1, различным значениям амплитуд Δ соответствует примерно одна

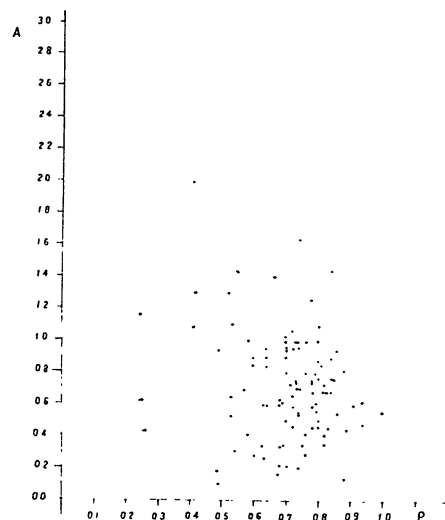


Рис. 1.

и та же средняя продолжительность затмения D , где D выражено периодом. График 1, составленный по данным каталога

лога летних переменных Казанской обсерватории, также показывает, что нет корреляции между Δ и p , где p — сумма радиусов компонент, выраженная в долях расстояния между компонентами.

То же самое, что каждому Δ может соответствовать любое D и p и, наоборот, каждому D и p может соответствовать любое Δ , объясняется теоретически.

В самом деле $\Delta = \text{const}$ (при $j' = \text{const}$, $k = \frac{a_2}{a_1}$, где a_1 и a_2 — радиусы компонент, а j' — отношение поверхностных яркостей компонент), соответственно $\alpha = \text{const}$, где α — фотометрическая ф-ца при соединении компонент (орбиты принимаются кругами).

α — определяется из формулы (7). Из формулы (7) и $\alpha = \text{const}$ следует, что

$$\frac{\cos i}{p} = \text{const}, \quad (1')$$

где i — наклонность орбиты, $p = \frac{a_1 + a_2}{a}$ и a — расстояние между компонентами.

Отсюда видно, что одному и тому же Δ соответствуют разные p , зависящие от i .

Из (4) имеем:

$$\Delta^2 = \frac{p^2 - \cos^2 i}{\sin^2 i}, \quad (2)$$

где $y = \sin^2 i$.

Из (1') и (2) получим:

$$y = c \operatorname{ctg} i, \quad (3)$$

формула (2) показывает, что одному и тому же Δ соответствуют разные y , следовательно, и разные D , зависящие от i .

Теперь можем показать, что среднее y зависит, а среднее Δ не зависит от p .

В самом деле, в интервале $\frac{\pi}{2} - i \rightarrow \arccos p$ среднее y определяется из формулы:

Таблица 1

A	$0^m 31$	0 61	1 01	1 41	1.83	2.17	2 67	3 65	4 17	Сред.
D	0.15	0 13	0 13	0 13	0 14	0 12	0 11	0 13	0 13	0 13
n	35	70	67	30	20	10	8	7	1	250

$$y = \frac{c_1 \int \cos i \, di}{\int \sin i \, di} = c_1 \frac{1}{\sin i} \frac{1 - \sqrt{1 - c^2 p^2}}{c p},$$

откуда видно, что y зависит от p .

Очевидно, что Δ при постоянном j' зависит только от α и $k = \frac{a_2}{a_1}$.

Среднее α определяется из соотношения

$$\alpha = \frac{\int \alpha \sin i \, di}{\int \sin i \, di} \quad (3)$$

Нижний предел интегралов определяется из формулы (1), при $D = 0$.

Следовательно получим

$$i_1 = \arccos p$$

α определяется из формулы (4) [5].

$$\alpha = \frac{1}{\pi} \left[\frac{a_1^2}{a_2^2} + \frac{\Delta}{a_2^2} a_1 \sin \varphi_1 \right], \quad (4)$$

где $a_1^2 = a_1^2 + \Delta^2 - 2a_1 \Delta \cos \varphi_1$.

$$a_1^2 = a_1^2 + \Delta^2 - 2a_1 \Delta \cos \varphi_1, \quad (5)$$

а Δ — проекция расстояния между компонентами на небесной сфере.

При соединении компонент $\Delta = a \cos i$.

Из (4) и (5) получим.

78

Р. А. СЛАКЯН

$$z = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{k^2} \arccos \frac{k - \frac{1 - \cos^2 i}{p^2}}{2 \cos i} - \arccos \frac{1 - k \frac{\cos^2 i}{p^2}}{2k \cos i} \right] - \frac{1}{\pi} \left[(1 - k) \cos i \frac{1}{kp} - \frac{1}{p} \left(\frac{k - \frac{1 - \cos^2 i}{p^2}}{2 \cos i} \right)^2 \right] \quad (6)$$

Вкратце эту зависимость z от k и i обозначим так

$$z = F \left(k \frac{\cos i}{p} \right) \quad (7)$$

Из (3) и (7) получим

$$z = \frac{1}{\pi} \int_{\arccos p}^{\frac{\pi}{2}} F \left(k \frac{\cos i}{p} \right) \sin i di$$

$$z = \frac{1}{\pi} \int_{\arccos p}^{\frac{\pi}{2}} \sin i di$$

обозначим

$$\cos i = \frac{x}{p}$$

тогда получим

$$z = \frac{1}{\pi} \int_0^1 F(k, x) p dx = \frac{1}{\pi} \int_0^1 F(k, x) dx \quad (8)$$

Как видно из (8), z не зависит от p Таким образом, выясняется, что A не зависит от p , а в то время как y зависит от p .§ 2. ФУНКЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОБНАРУЖЕННЫХ ЗАТМНЕННЫХ ПЕРЕМЕННЫХ ПО y Для определения этой функции составлены табл. 2 и график 2. На график 2 нанесены все обнаруженные затмненные переменные, у которых известны D (продолжитель-

ФУНКЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕСТУХ ДВОЙНЫХ ПРЕЗД 79

ность общепринято. Из этих данных функцию $N(y)$ можно представить интерполяционной формулой

$$N(y) = 643 y e^{-y} \quad (9a)$$

или интерполяционной формулой

$$N(y) = 2257 y^2 e^{-y} \quad (9b)$$

которые даны на графиках 3 и 4 соответственно

Таблица 2

Функция распределения обнаруженных затмненных переменных по y

y	0	031	0	091	0	156	0	218	0	279	0	337	0	397	0	451	0	510	0	561	0	611
$N(y)$	8	27	52	96	188	113	167	135	93	87	27											
y	0	662	0	707	0	750	0	790	0	826	0	861	0	891	0	999						
$N(y)$	28	11	1	9	1	1	1	2	1													

§ 3. ФУНКЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕЗДЫХ ШОБИНЫХ ПО СУММЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ РАДИУСОВ

Обозначим эту функцию через $f(r)$, физическую вероятность открытия затмненной-переменной через w , а "геометрическую вероятность открытия" через $w_2 = p$ [6]Тогда число затмненных переменных, имеющих p в интервале $p, p + dp$, определится через

$$f(p) p dp$$

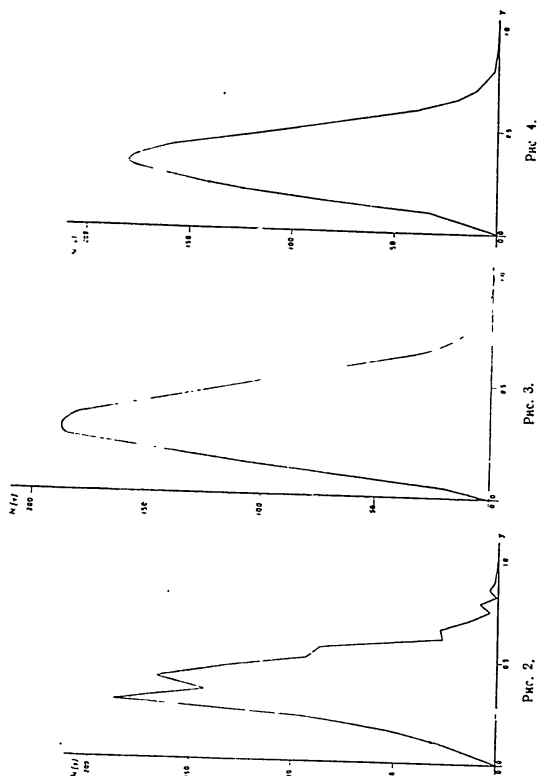
Теперь если принять, что среднее число наблюдений, произведенных при обнаружении затмненных: ср. менных для всех участков неба, постоянно, то число обнаруженных затмненных переменных выразится через

$$f(r) p w dp$$

а из них число тех звезд, x , у которых i находится в интервале $i, i + di$, будет

80

Р. А. СААКЯН



ФУНКЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕСНЫХ ДВОПНЫХ ЗВЕЗД 81

$$c f(p) p w \sin i \, dp \quad (10)$$

Из (1) имеем $i = i(p, y)$, тогда из (10) получим:

$$c f(p) p w \sin i(p, y) \, dp \quad (11')$$

Из (1) и (11') видно, что число всех обнаруженных затменных переменных, имеющих y в интервале $(y, y + dy)$, будет

$$N(y) dy = c \int_0^1 f(p) p w \sin i \, dp \quad (11)$$

где пределы интеграла определили согласно формуле (1): при $i = 0$, $p = 1$, при $i = 90^\circ$, $p = y$.

Из [4] приблизительно получается

$$w = 2D(1-2I) \frac{(0.7A)^2}{(0.7A)^2} I_0(m), \quad (12)$$

где принимаем $p = 1$ (период), а $I_0(m)$ определенная функция от звездной величины.

Мы видели, что нет корреляции между A и p , а также между A и y , следовательно, можно A принять постоянным и вывести его из-под интеграла

Из (12) получим:

$$w = c \arcsin y \left(1 - \frac{2}{\pi} \arcsin y \right), \quad (13)$$

Согласно формуле

$$di \, dp = \left| \frac{\partial i}{\partial y} \frac{\partial p}{\partial p} \right| dy \, dp \quad (14)$$

$$\text{имеем } di = \frac{\partial i}{\partial y} dy, \text{ так как } \frac{\partial p}{\partial y} = 0. \quad (15)$$

Из (1) находим

$$\frac{dl}{dy} = \frac{y \sin^2 l}{\sin l \cos l (1 - y^2)}, \quad (16)$$

а из (1), (15) и (16)

$$\sin l dl = \frac{(1 - p^2) y dy}{(1 - y^2)^2 p^2 y^2}. \quad (17)$$

Из (9а), (11), (13), (17) следует

$$H(y) = \int_1^{\frac{1}{y}} \frac{\tau(p) dp}{p^2 \sqrt{z}}, \quad (18)$$

где обозначены

$$\tau(p) = f(p)(p - p^2) \quad (19)$$

$$H(y) = c_1 \frac{(1 - y^2)^{0.239}}{\arcsin y \left(1 - \frac{2}{\pi} \arcsin y\right)} \quad (20)$$

Из (18), (19) и (20) получим

$$f(p) = c \frac{1}{1 - p^2}$$

$$\times \int_0^1 \frac{y(1 - y^2)^{0.239}}{\arcsin y \left(1 - \frac{2}{\pi} \arcsin y\right) \sqrt{y^2 - p^2}} dy \quad (21)$$

Легко видеть, что в подынтегральном выражении главные значения имеют те значения y , которые близки к p , поэтому можем написать

$$\int_0^1 \frac{y(1 - y^2)^{0.239}}{\arcsin y \left(1 - \frac{2}{\pi} \arcsin y\right) \sqrt{y^2 - p^2}} dy \approx$$

$$\approx \int_p^{p+\Delta p} \frac{y(1 - y^2)^{0.239}}{\arcsin y \left(1 - \frac{2}{\pi} \arcsin y\right) \sqrt{y^2 - p^2}} dy \approx$$

$$\approx c_2 p \frac{(1 - p^2)^{0.239}}{\arcsin p \left(1 - \frac{2}{\pi} \arcsin p\right) \sqrt{p}} \quad (22)$$

где Δp — очень малая величина, c_2 — постоянная величина. Из (21) и (22) получим

$$f(p) = \frac{c_1 \frac{(p - 0.14p)^{0.239}}{c_2}}{(1 - p^2) \left[\arcsin p \left(1 - \frac{2}{\pi} \arcsin p\right) \right]^2} \times$$

$$\times \frac{\left(1 - \frac{2}{\pi} \arcsin p\right) \arcsin p}{(1 - p^2) \left[\arcsin p \left(1 - \frac{2}{\pi} \arcsin p\right) \right]^2} \times$$

$$\times \left[\frac{1}{2} p^{-1} - 3.5 p^{-2} - 33.3 \left(1 - p^2\right) (p - 0.23) \right] \quad (23)$$

По формуле (23) мы вычисляли таблицу 6 и составили график 5.

Таблица 6

p	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.00
f(p)	3.67	1.2	4.15	5.38	3.71	1.82	0.59	0.13	0.022	0.00

Теперь, если в интегральном уравнении вместо формулы (9а) взять формулу (9б), то вместо (23) будем иметь:

84

Р. А. СААКЯН

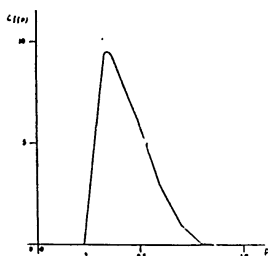


Рис. 5.

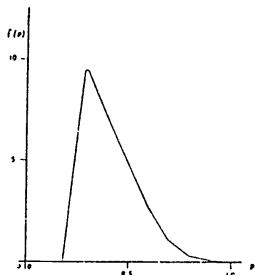


Рис. 6.

$$f(p) = ce^{-\frac{(p-0.04)^2}{0.1}} \cdot \frac{p^2 \left(1 - \frac{4}{\pi} \arcsin p\right)}{\left[\arcsin p \left(1 - \frac{2}{\pi} \arcsin p\right)\right]^2} - ce^{-\frac{(p-0.04)^2}{0.1}} \cdot \frac{\arcsin p \left(1 - \frac{2}{\pi} \arcsin p\right)}{(1-p^2)^{1/2} \left[\arcsin p \left(1 - \frac{2}{\pi} \arcsin p\right)\right]^2} \times$$

ФУНКЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕСНЫХ ДВОЙНЫХ ЗВЕЗД 85

$$\times \frac{\left[1 - 4p^2 - 20(p - 0.04)(1 - p^2)\right]}{(1-p^2)^{1/2} \left[\arcsin p \left(1 - \frac{2}{\pi} \arcsin p\right)\right]^2}. \quad (24)$$

По этой формуле получены табл. 7 и график 6.

Таблица 7

p	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
$c_1(p)$	-7.11	1.27	9.38	7.12	4.88	2.58	1.05	0.32	0.09

4. ФУНКЦИЯ $f(p)$ ТЕСНЫХ ДВОЙНЫХ ПО НЕПОСРЕДСТВЕННЫМ ОПРЕДЕЛЕНИЯМ ЗНАЧЕНИЙ p

Функцию распределения тесных двойных по p можно получить из данных наблюдений, пользуясь функцией распределения тех обнаруженных затменных переменных непо-

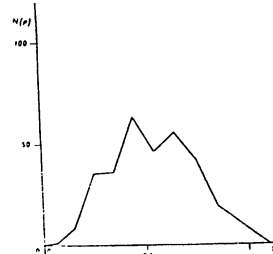


Рис. 7.

средственно по p , для которых известны элементы орбиты.

Из данных каталога Казанской обсерватории, для обнаружения затменных переменных, получены табл. 8 и график 7, где N —число звезд.

Таблица 8

P	0.00-0.10	0.11-0.20	0.21-0.30	0.31-0.40	0.41-0.50
N(p)	1	8	35	36	63

P	0.51-0.60	0.61-0.70	0.71-0.80	0.81-0.90	0.91-1.0
N(p)	46	55	42	19	4

Рассуждая таким же образом, каким рассуждали при выводе формулы (11), получим уравнение (25), откуда легко определяется функция распределения тесных двойных по p .

$$N(p) dp = c \int_0^p \sin i dl f(p) p \omega dy. \quad (25)$$

Имеем:

$$dy dl = \left| \frac{\frac{dy}{dp}}{\frac{dl}{dp}} \right| dp dy.$$

откуда, пользуясь (1), получим:

$$dl = \frac{\partial l}{\partial p} dp = \frac{\frac{\partial \tau}{\partial p} (1, p) dp}{\frac{\partial \tau}{\partial l}} = \frac{p dp}{(y^2 - 1) \sin i \cos i}. \quad (26)$$

Из (1), (25) и (26) получим:

$$N(p) = c f(p) p^2 \int_0^p \frac{\arcsin y \left(1 - \frac{2}{\pi} \arcsin y \right)}{\sqrt{1-p^2} \sqrt{p^2-y^2}} dy. \quad (27)$$

Учитывая, что главное значение подынтегральной величины получается при $y = p$, получим:

$$N(p) = c f(p) p^2 \frac{\arcsin p \left(1 - \frac{2}{\pi} \arcsin p \right)}{\sqrt{1-p^2}} \int_{p-\varepsilon p}^p \frac{dy}{\sqrt{p^2-y^2}}.$$

откуда

$$f(p) = c_2 \frac{N(p) \sqrt{1-p^2} \sqrt{p}}{p^2 \arcsin p \left(1 - \frac{2}{\pi} \arcsin p \right)}. \quad (28)$$

Пользуясь формулой (28) и табл. 8 для функции $f(p)$ получаем табл. 9 и график 8.

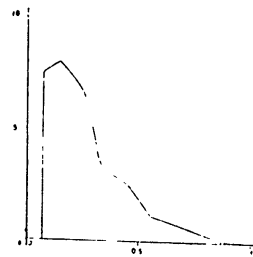


Рис. 8.

Таблица 9

P	0.07	0.15	0.25	0.35	0.45	0.55	0.65	0.75	0.85	0.95
f(p)	7.46	8.00	6.72	3.20	2.54	1.16	0.81	0.40	0.12	0.01

Как видно, графики 5, 6, 8, полученные для функции $f(p)$, в общем похожи друг на друга и показывают, что функция $f(p)$ в некотором интервале $0 < p < p_1$ равна нулю, в интервале $p_1 < p < p_{\max}$ возрастающая, а в интервале $p_{\max} < p < 1$ — убывающая. Причем p_1 и $p_{\max}$ на разных графиках имеют разные значения. Эти различия между первыми двумя

օժ

Р. А. СААКЯН

случаями малы и объясняются тем, что виды интерполяционных функций и $u_{\max}$ были взяты разные, а в третьем случае наряду с другими причинами объясняется и тем, что в данные для $N(p)$ не вошла часть звезд, входящая в $N(y)$.

Исходя из этих трех графиков, функцию $f(p)$ для тесных пар можно представить в виде:

$$f(p) = c(p - 0.05)e^{\frac{(p - 0.05)^2}{0.1}} \quad (p > 0.05), \quad (29)$$

$$f(p) = 0 \quad (p < 0.05)$$

Возрастающая часть этой функции, где $a_1 \neq a_2$ значительно меньше, чем a , представляет собой закон Эппика, который выражается формулой:

$$dN \propto \frac{da}{a}$$

а убывающая часть этой функции противоречит закону Эппика и говорит о том, что функция распределения очень тесных двойных по расстояниям между компонентами выражается законом, резко отличающимся от закона Эппика. Об этой функции речь будет идти в следующий раз.

Бакраканская астрофизическая
обсерватория АН АрмССР

Ռ. Հ. ՄԱՆՈՒՅԱՆ

ՆԵՂ ԿՐԻՆԱԿԻ ԱՍՏՂԵՐԻ ԲԱՇԽՄԱՆ ՖՈՒՆԿՑԻԱՆ, ՀՍՀ ՆՐԱՆՑ
ԿՈՄՊՈՆԵՆՏՆԵՐԻ ՀԱՐԱՐԵՐԱԿԱՆ ՇԱՌԱՎԻՂՆԵՐԻ ԳՈՒՄԱՐԻ

Ա. Ֆ. Ն. Փ. Ն. Փ.

Դիզուայ կրինակի աստղերի համար դիտարկարական տվյալներից ըստ նրանց ֆիզիկական էությունների և օրրիտի էությունների ստացված են մի շարք օրինաչափություններ: Այսպես, օրինակ, այդ աստղերի համար ստացված են բաշխման ֆունկցիաներ ըստ կոմպոնենտների միջև եղած հեռավորությունների, ըստ կոմպոնենտների աստղային մեծությունների ասարեկությունների և այլն:

ФУНКЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕСНЫХ ДВОЙНЫХ ЗВЕЗД 89

Այդ ֆունկցիաները նեղ կրինակի աստղերի համար զեռ չեն ստացվում: Նրանց արտաձուլը կապված է որոշ դժվարությունների հետ, քանի որ նեղ կրինակի աստղերի համար դիտարկարական ստացված բաշխման այդ ֆունկցիաները, դիտարկարական տվյալների ընտրողականության հետևանքով, չեն տալիս իրական բաշխման ֆունկցիաները:

Մենք աստղին աճում փորձ ենք կատարում նեղ կրինակի աստղերի դիտարկարական տվյալների հիման վրա, սպասելով համապատասխանությունների տեսությունից, արտաձուլ այդ աստղերի բաշխման ֆունկցիան, ըստ նրանց կոմպոնենտների հարաբերական շտապիկների դիտարկարական հարաբերական հեռավորությունների համարժեքների համարժեքների միջև եղած հեռավորությունները:

Մեր կողմից ստացված այդ ֆունկցիան ընդ փոքր արժեքների դեպքում նվազող է, ընդ որոշակի արժեքի դեպքում նա զատում է մարտիմում, այսինքնում է նվազել և ընդ փոքր արժեքում է զերուի:

Ֆունկցիան աստղին աճող մասը իրենից ներկայացնում է էպիլի արևը, իսկ երկրորդ մասը ցույց է տալիս, որ շատ նեղ կրինակի աստղերի բաշխման ֆունկցիան, ըստ կոմպոնենտների միջև եղած հեռավորությունների, համարժեք է էպիլի արևին:

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Амбарцумян, К статистике двойных звезд А Ж, 14 3, 1937
2. Tatu Obscuroy Publ, 2, 1921
3. Р. А. Саакян, Функция распределения двойных звезд по расстояниям звездных величин компонент, помещенная на статистических данных, Доклады АН АрмССР, XIX, 5, 1954.
4. Р. А. Саакян, Вероятность открытия затменных переменных Сводения Бакраканской обсерватории, X, 1952
5. М. С. Зверев, В. П. Песвяк, и др. «Методы изучения переменных звезд», 1947
6. Д. О. Шелова, О геометрической вероятности открытия переменных звезд типа Алголя, А Ж 8, 211, 1931

Техн. редактор М. А. Капалаян Корректор Р. А. Штибен
ВФ 06227 Заказ 273 Изд. 1570 Тираж 900
Готово в производство 12/VI 1958 г. Подписано к печати 30/VII 1958 г.
5²/₄ л. л.
Гинография издательства АН Армянской ССР, Ереван, ул. Абовяна 124.

POOR ORIGINAL

Lebedinsky A.I.

**ON THE REASONS OF VARIOUS ABUNDANCES
OF HYDROGEN IN PLANETS**

O.J. SCHMIDT's cosmogonical theory created general premises for explaining various abundances of different elements in the planets. This explanation was given in L.E. GUREVICH's and my article, published in 1950(1).

Shortly the explanation was following. In protoplanetary cloud with great abundance of hydrogen and helium the substances with low temperature of condensation have transformed into dust. The dust component was concentrated in the equatorial plane creating the most flattened out subsystem in the protoplanetary cloud, in other words, creating around the Sun a ring like that of Saturn. Inner parts of the ring heated by the solar radiation might consist of the particles of refractory substances, such as metals, different oxides, etc. In the outer parts the ices of different volatile substances condensed on the particles, making their masses many times greater.

That is why the planets near the Sun have small masses and consist mostly of stones and metals, but the planets of Jupiter group are of great masses and consist of light substances.

Our theory explaining the most sufficient nature of planets led at the first glance to the conclusion that the density of the planetary substances must increase with the greater distances from the Sun. In fact the substance of

POOR ORIGINAL

- 2.

Uranus and Neptune are of smaller density than that of the Jupiter and Saturn. In this report we shall try to explain this peculiarity.

The peripheral parts of the greatly oblate dust subsystem are not heated by the Sun radiation. Only the stars' radiation $10^{-2} \text{erg/cm}^2 \text{sec}$ heats these parts of the dust subsystem. This radiation can heat the dust only up to 3°K .

The most intensive source of energy is the friction of large protoplanetary bodies when they go through the dust subsystem.

These large bodies create not greatly flattened out subsystem. The distant gravitational interaction between these bodies is equivalent to elastic collisions. The thickness of oblate subsystem of elastically colliding bodies increase if this process is not limited by the friction. When the friction is not sufficient the eccentricities and the cosines of the inclinations of orbits reach after some time some stationary value not of great difference from 0,5.

Let us define terms as follows: m - mass, V - velocity, r - radius of the bodies, H - the thickness of the subsystem, and s - the surface density or mass per column of the unitary cross section perpendicular to the equatorial plane.

The terms referring to the dust subsystem will be defined as index "1" and to the large bodies subsystem as index "2".

In column of the unitary cross section large bodies gives small bodies and dust the following energy per second:

POOR ORIGINAL

- 3.

$$c = 0,30 \frac{V_2^3 S_1 S_2}{m H_e} r_e^2 \quad (1)$$

where r_e - is the medium effective radius of large bodies in collisions with small bodies.

In the case of gravitational interaction:

$$r_e = \frac{a m_e}{V_2^2} \left[1 + 8 \ln \left(1,57 \frac{H_1 V_2^2}{a m_e} \right) \right] \quad (2)$$

here a is gravitational constant. In the case of direct collisions $r_e = r_2$. Produced energy e is very roughly determined by formula (1), because we do not know what portion of solid protoplanetary substance was dispersed. In order to define S , a complicated theory must be needed. The large bodies are broken by direct collisions and their splinters add to the dust and small bodies subsystems. On the other hand the substance of these subsystems is drawn by large bodies. That is why S , is defined by the complicated dynamic balance.

According to the formula (1) e is in the limits of $0,1 + 100 \text{ erg/cm}^2\text{sec}$ for different distances from the Sun. It is sufficient to heat the particles above 5°K but not more than 30°K .

Substance	H ₂	CH ₄	OH	HCl	H ₂ S	NH ₃
Evaporation energy in ev	0,61	0,10	0,17	020	0,22	032
Temperature of evaporation °	6	32	47	65	74	93

POOR ORIGINAL

Table 1 for the most volatile substances except hydrogen gives the temperatures under which saturated vapour has for hydrogens the density 10^{12} molecules per cm^3 and for other substances 10^{10}cm^{-3} . Practically these may be the temperatures of evaporation of these substances in the protoplanetary cloud.

This table shows that all the substances except hydrogen may be condensed. That is why the planets get the molecular hydrogen only by accretion of the gas subsystem. The difference of the gas from the solid particles is that it can be transported filling the vacuum created by accretion or falling on to the Sun surface.

These conditions are favourable for the Jupiter and Saturn to get the gas from the zones of other planets.

Under the same other conditions the accretion is proportional to $R^{-7/2}$, where R is the distance of the planet from the Sun.

Besides the sufficient dependence of accretion on the planetary mass the following important fact must be taken into consideration.

During all the time of formation the planet moved inside of the dust subsystem where the gas temperature was very low and the gas density was respectively high.

Without taking into consideration this condition we take for Jupiter the time scale of accretion of order 10^9 years and for Neptune - 100 times greater. The correct calculation must give probably the time scale one order less.

The absence of considerable quantities of hydrogen in the planets of the Earth group may be caused by several

POOR ORIGINAL

- 50.

reasons.

One of them is that the high temperature of the gas near the Sun might make the hydrogen accretion impossible. Then as a result of the small masses of planets the accretion might be compensated by dissipation. May be also that the hydrogen had disappeared by the time when the masses of the planets in the Earth group became sufficient for the accretion.

Effect of density decreasing with distance from the central body is observed not only for the planets of solar system but also for Jupiter satellites. In this case sufficiently high temperature of the Jupiter's surface during all time of satellite formation, as it was suggested by W.A. KRAT, lead to quantitative contradiction. Most natural explanation of this phenomenon may be the hypothesis that in the region near Jupiter solid particles were warmed by collisions and all volatile substances became gases.

The escape velocity from this region was so great that all products of the evaporation could not leave Jupiter and fell on its surface. The escape velocity of the formed Jupiter satellites was so small that gas substances did not become the contents of satellites and that was the reason of their high density.

1.И.З.Гуревич и А.И.Лебединский.Известия Академии Наук СССР, серия физическая,14,стр.765-99,1950.

POOR ORIGINAL

A.I. LEBELINSKY

SINCHRONOUS AURORA REGISTRATION BY ALL SKY
CAMERA C-180° AND PATROL SPECTROGRAPH C-180°-S.

The most part of Soviet aurora instrumental stations was set up by the beginning of the IGY. The stations were provided with new specially produced equipment including 40 identical all-sky cameras C-180° and 10 patrol spectographs C-180°-S.

Ten years ago I came to the idea of using spherical mirrors for obtaining all sky photography and spectrography of every meridian. We conducted first experiments in Murmansk in March, 1949, independently from the similar work of the American scientists. The principle of all-sky camera was first used by Prof. Cartlein in 1947. But his article published in National Geographic magazine was unknown to many scientists article.

The all-sky camera became widely known under the name Henry-Grenshtein camera after publishing the article in 1950, the authors of which might not know like me about Prof. Cartlein's work.

During the winter of 1949-1950 all sky photography was carried out at two stations near Murmansk and spectrography of the meridian at one of them. The spectrograms obtained during the first experiments in March, 1949 were published by S.S. Juravlev and the later ones were partially investigated and published by S. I. Isaev.

Modern all sky cameras C-180° and patrol spectographs C-180°-S differ from their prototypes of 1949 by considerable improvements. It concerns especially patrol spectographs. In 1949 they were slitless. The modern two-mirror system made it possible to create a normal 180° slit spectograph, which obtains the spectrum of individual aurora rays like a slitless spectograph with short exposure (1-2 minutes for the four brightest lines).

These C-180° camera gives a 20 mm diameter anastigmatic image on a 35 mm film. They have effective focal ratio 1/1.5 and equivalent focal length 7.65 mm.

POOR ORIGINAL

- 2 -

The camera operator in a distant room sets in operation a ten minute programme which is repeated automatically. Within this ten minute programme various exposures and intervals between them are possible. A coordinate grid and a watch are photographed on each photo at the start of the exposition. The correction of the watch, relative to a chronometer is made automatically every full hour of G.M.T. or more frequently. Every night the date is photographed. On each 60 m piece of film the standard scale of brightness is photographed by the laboratory sensitometer. The film mechanism are thermostated for the operation at low temperature.

Twenty Soviet stations in addition to all sky cameras are equipped with automatic zenith cameras with objective "Jupiter 3" (focal ratio 1/1.5, focal length 52.5 mm) for photographing the regions of the magnetic zenith.

The patrol spectographs are designed for the visible part of spectrum and have a dispersion of 240 Å/mm. They are a modification of cameras C-180° but they have two differences: first, before the objective "Jupiter 3" there is a diffraction grating with 600 lines per mm and the angle of incidence 67°, second, in the focal plane of a concave mirror there is a slit with of changeable width cutting the needed vertical from the all sky image. The station which has a patrol spectograph has a zenith camera and an all sky camera.

All this equipment was designed at one of the plants by the group of engineers headed by V.I. Shtannikov.

I shall not go into details of mechanical properties of this equipment because they are fully described in a special book, but I want to dwell on the optical principles because it seems to me that the aberrationless system was first used in our all sky cameras.

In figure 1 there are two versions of an anastigmatic all sky camera.

In figure 1a a pencil of parallel rays reflected first by the convex mirror S_1 and then by the concave mirror S_2 forms the real image F and fills the objective O_1-O_2 consisting of two parts: the collimator objective O_1 and the usual "Jupiter 3"

POOR ORIGINAL

- 3 -

high aperture objective O_2 . The all sky image F is at the principle focus of objective O_1 and the film is at the principle focus of O_2 .

On figure 1 the focal surface of the imaginary image for sagittal and meridional pencils of rays is shown by dotted lines. The distance between them is so great that when taking direct photos of this image (as it is made in usual cameras), the stars' images near the horizon are not points. If the all sky image is $d = 20$ mm the stars' image will reach 0.2-0.3 mm but if $d = 8$ mm the stars' image will be 0.03-0.04 mm. The spherical aberration and coma are of no importance in this case as the pencils of rays are sufficiently narrow.

If $l_s = l_m$ the astigmatism of the real image F in the focus of the mirror S_2 nearly disappears, but the curvature of the surface F is considerably great. Here l_s and l_m are the distances from the mirror to sagittal and meridian focus respectively. These distances are measured along the ray crossing the center of the objective $O_1 - O_2$.

Let us define terms as follows: h - distance between the tops of the mirrors S_1 and S_2 , R_1 and R_2 - their radiuses of curvatures, D_1 and D_2 - their effective diameters. Then we can write

$$\frac{1}{l_m} = 2 \frac{R_1}{R_2} \frac{1}{\cos I_2} - \left[\frac{2}{R_1} + \frac{1}{2} \cos I_1 \right]^{-1}$$

$$\frac{1}{l_s} = 2 \frac{R_1}{R_2} \cos I_2 - \left[\frac{2}{R_1} + \frac{1}{2} \frac{1}{\cos I_1} \right]^{-1}$$

I_1 and I_2 - the angles of reflection from the mirrors S_1 and S_2 for the ray crossing the center of the objective $O_1 - O_2$. If $D_1 = 400$ mm under the condition that $l_s = l_m$ we have $D_2 = 120$ mm, $R_1 = 473$ mm, $R_2 = 132$ mm and $h = 272$ mm.

Choosing various R_1 , R_2 and h we can transform the surface F into a plane with sufficient accuracy, but the astigmatism in this case is not completely corrected. In this case $D_1 = 400$ mm, $D_2 = 200$ mm, $R_1 = 373$ mm $R_2 = 291$ mm and $h = 517$ mm. This formula was calculated by Mrs. A.V. Balanina under the direction of Prof. G.G. Slusarev. The correction of the lens L is not needed in this case.

POOR ORIGINAL

- 4 -

In order to transform the all sky camera C-180° into the patrol spectrograph we must put the refraction grating into the parallel rays between objectives O_1 and O_2 and a slit on the focal surface F. It is possible because all the rays falling on the objective O_1 cross the optical axis of the mirror system near the focal surface F. The cross section area of the useful rays bundles in the focal surface F is not great. It is minimal when the distance along the rays from the top of the convex mirror to the objective is R_1 . In this case the real decreased $\frac{1}{2}$

image of the objective is projected onto the focal surface F. This principle is used in C-180°-S.

Figure 2 gives the slitplane of the patrol spectrograph C-180°-S. The rays go up through the 20 mm hole in the center of the diaphragm and when reflected by the concave mirror form real sky image of 125 mm diameter on the upper surface of diaphragm. The hole is fully covered by that part of the sky image which is shaded by the concave mirror. A great circle is cut out of the all sky image which is directed 22° to the optical axis of the mirror. This circle coincides with the vertical because the camera is directed 22° from the vertical (as can be seen on figure 3). The rotation of the apparatus changes the azimuth of the meridian.

Figures 7-11 give some sky films and figures 12-15 show spectra taken by C-180°-S.

During the winter of this year I managed to visit ten arctic stations. I saw that inspite of some difficulties of the exploitation of such complicated automatic apparatus in severe conditions of arctic winter they are working without interruption. The development of the films is carried out in Moscow and about 20 000 meters of film were developed, though most of the stations began their work some months after the beginning of the observation season.

The greatest difficulty in the work of the net of the aurora stations is the provision of synchronized exposures and photometric standardization of all the films. The maximum attention was paid to this side of the work. Both the time

POOR ORIGINAL

- 5 -

corrections and photometrical standards are fixed on the films by two independent methods. The development of films is carried out under standard conditions. All the stations use the same kinds of film ("Negative D_H"). The most important difference between films follows from the different times of storage.

As the main task of the IOY is the investigation of the auroral world distribution a special projector was constructed. This apparatus gives the possibility to project simultaneously on one great screen all sky photographs received from 18 stations, and a geographical map. The centers of the all sky photographs coincide on the screen with the geographical points of the map where the films were taken.

POOR ORIGINAL

V.I. KRASSOVSKY, Y.M. KUSHNIR, G.A. BORDOVSKY, G.F. ZAKHAROV
AND E.M. SVETLITSKY.

Institute of Physics of Atmosphere
Academy of Sciences of the USSR

A DISCOVERY OF CORPUSCULE FLUXES BY MEANS OF THE
THIRD SPUTNIK.

S U M M A R Y

1. With the object of discovering corpuscles the third Soviet Sputnik has been equipped with two indicators having fluorescent screens covered with aluminium foils of different thickness and photoelectronic multipliers which register the radiation from the fluorescent screens. The fluorescent screen is of $2 \cdot 10^{-3}$ gr cm $^{-2}$, the foil is of $4 \cdot 10^{-4}$ gr cm $^{-2}$ and $8 \cdot 10^{-4}$ gr cm $^{-2}$.

2. The intensive signals from corpuscles going through the mentioned above aluminium foils have been registered. The intensity of signals strongly varied. The more Sputnik removed from the Earth the more the intensity grew and it was the greatest in the most removed points. It was also greater in the Polar regions than in the Equator ones. Sometimes the signals happened to increase or, on the contrary, to decrease and there were moments when the signals went off scale of the instrument.

3. The corpuscles registered are electrons of 10^4 ev. At the moment when the signals were off the scale the energy flux associated with the corpuscle fluxes reached $4 \cdot 10^3$ erg sec $^{-1}$ steradian $^{-1}$ cm $^{-2}$.

4. The electrons observed can't be a part of the primary corpuscle radiation of the Sun, since their velocity is too great as compared to the hydrogen corpuscles observed in auroras. These electrons seem to arise in electroconducting

POOR ORIGINAL

- 2 -

circuits along the magnetic force lines in the outer atmosphere and in the lower layers effected by the magnetic fields freezed into the corpuscles fluxes of the Sun or interplanetary gas passing by the Earth. Acquiring a certain speed the electrons can oscillate along the crooked magnetic lines.

5. The same as a direct effect of the fast electromagnetic and corpuscule radiation of the Sun the mechanism like that can be conductive to the heating and ionization of the upper atmosphere.

POOR ORIGINAL

EVLAŠIN, L. S.

THE FIRST RESULTS OF INVESTIGATIONS OF AURORAS ON THE
SPECTRUM CAMERA C - I80 - S DURING THE IGY.

Annotation : During the season of 1957 - 1958 in MD NIZMIR ($\phi = 64^\circ$) on the spectrum camera C-I80-S, dispersion $260 \text{ \AA/mm}$, the light power of the camera $I: 1.5$, the width of the picture of a chink (split) in a focal plane of the camera objective $-33-200 \text{ \AA}$. More than 2500 spectrums in a visual plane were obtained for 125 working days.

Space-time variations of main emissions of auroras and twilights were studied : $H \text{ I}H_2$, 6300, 6364, 5893, 5577, 4708, 4278 and $3914 \text{ \AA}$. The presence of hydrogen lines H_α and H_β was revealed in homogeneous quiet arcs, diffusive strips, stops, in hardly visible veil during magnetic-disturbed and calm time. With the transformation into ray forms, hydrogen radiation disappears, and sometimes it is observed in "afterglow". Hydrogen radiation is absent in red glow. The correlation of hydrogen emission with a green oxygen line is observed. The results of recording H_α on the camera were controlled by the spectrograph C/1-48. In the twilight of 19-20 of September, 1957 a flash of the line 5577 $\text{\AA}$ was observed.

The spectra of satisfactory quality in heavy clouds and in full moon which successfully complete the data of photocamera C-I80, were obtained.

During autumn, winter and spring of 1957-1958 in a Lur - mans Department of NIZMIR on a spectrum camera C-I80 -S of prof. Lebedinsky's design during 125 working days more than 2500 spectra were got.

The installation was built on the basis of the photocamera C-I80, which phototypes were described in literature (1) and is designed for obtaining all visible part of spectrum of the arc of the vertical of the length of 180° . on every photo. Fig.1 presents a general view of the camera.

The transformation of the mirror system of the photoca-

POOR ORIGINAL

- 2 -

The chink of the camera was oriented by the geomagnetic meridian. Its picture of a film comprised 200 μ , that corresponds to the strip of the sky to the width of 4°. Alternation of two and ten. minute expositions was provided. The photo was carried out on the film, Λ_{HH} Since February 1958 on day before filming the colouring of the film was fulfilled the density of diming of colouring is 0.30.

In the most cases on spectrograms with the exposition of 10 minutes the main lines of radiation 6300, 6364, 5577, 4278, 3914 $\overset{00}{AA}$ are of more or less equal intensity on the overall length (fig.2). This manifests that a part of light energy due to bright forms in comparison to diffusion glow, which fills up all the firmament is not great. However, using very short expositions, a number of interesting spectra of separate forms of radiation was possible to be obtained. Fig.3 presents the spectrum of a red crown, photographed with two-minute exposition over the night of the 31st of March till the morning of the 1st of April 1958.

Comparatively high dispersion and light-power of the device allow to investigate space-time variations of not only main lines but also hydrogen emission H_{α} .

Some investigations report that H_{α} is revealed in a spectrum of ray forms and is absent in non-ray forms and is absent in non-ray forms, correlating with oxygen doublet $\lambda \lambda = 6300-6364 \overset{00}{AA}$ (2.3). Others, vice-versa, point out the systematic presence of hydrogen lines in calm, non-ray arcs, and with the transformation into ray forms H_{α} disappears (4,5). The third group of investigators finds intensive H_{α} in all forms of glow both in ray and diffusion ones. At last H_{α} is noticed in "after-glow" in the phase directly following bright forms (7). The results obtained are explained not only by various displays of hydro-

POOR ORIGINAL

gen emission but also by the difference of methods of observation and the apparatus used.

During the season of 1957-58 in LD of HIZMIR hydrogen radiation was revealed by the camera C-180-S during 29 nights. The registration of hydrogen radiation on C-180-S was for some time controlled by light powerful spectrograph of high dispersion. Cn -48. The exposition varied within 20 minutes to 3 hours. The results of observation H, obtained on Cn-48 and C-180-S exceedingly well correspond to each other. Visual observations of weak diffusive forms were pursued with the filter OC-12.

Most cases H_{α} appearance refer to the days of great and moderate magnetic disturbance, however there are some nights when intensive H_{α} appears in a slightly-disturbed or in almost calm period (16 - 17 II.58).

At the same time on the days characterized by great magnetic disturbance ($C=2$) one cannot observe some visible hydrogen radiation (23-24 IX.57). Hydrogen lines are revealed only in calm, non-ray arcs of green colour, diffusive lines, spots and hardly visible glow. Most of all H_{α} appears in the south half of the sky (fig.4) however it can be observed both in the north (fig.5) and all over the firmament (fig.6). The character of development and the time of hydrogen radiation existence are very various. On the 16th to the 17th of February 1958 in twilight H_{α} existed all over the sky, at middle night from time to time it increased in the south, and at dawn the radiation was concentrated only in the north.

Most nights, when bright ray forms were observed, were marked by the presence of hydrogen emissions, however 40% of nights were without visible appearance of hydrogen radiation. Under the scrutiny of the data obtained (spectrograms for September, October, November 1957 are compared with the photos of photocamera C-180) one can observe discrepancy between the period of the existence of hydrogen radiation and the development of bright ray forms. If during diffusive glow a great H_{α} is observed, then with the appearance of bright

POOR ORIGINAL

- 4 -

ray forms, when almost all main emissions increase, hydrogen radiation decreases sharply and then with the transformation into calm diffusive forms, it again appears as a rule (21-22 XI - 57; 10-II.III.58; 24-25.III.58). However are some cases when after a bright flash, hydrogen radiation is not observed, while before the appearance of ray forms when there are no traces of glow for a naked eye, an intensive H is registered (11-12.XII.57). On the days of increased activity of auroras, when during a night two bright flashes of ray forms were recorded, the appearance of hydrogen is always connected with diffusive glow before bright forms, between flashes, after them, but it is never recorded during a flash itself (3 - 4.III.58). Analogous picture is observed with the appearance of red glows (rays, arcs, crown). One half of cases, when a red glow was observed, passed without the appearance of hydrogen radiation on this night. The other half is always characterized by discrepancy of the appearance of hydrogen emission with red glows either in time or in space. Red glows of the type A were observed when the lines of the first positive system of nitrogen are absent (fig.7) and the cases of the sharp increase of the lines both all over the sky and of local character corresponding to the low red edge of the arc. In all these kinds of glow hydrogen is not revealed though sometimes on the same night H is seen either before the appearance of red glows (10 - 11.VII.57, 10-11.IV.58) or after their disappearance (11-12.II.58, 22-23.II.58, 31-III-1.IV.58). Sometimes hydrogen radiation is observed during the appearance of red glows, but it appears by all means in that part of the sky, where diffusive glow of red colour is observed (27-28.XI.57). A special case represents a glow observed on the 10th to 11th of February 1958 when for a long time an intensive red glow existed all over the sky in the form of a glow in the south, wide lines in the zenith, long rays of red and green colour. A strong hydrogen radiation was recorded. H is visible on the photos with the exposition of 2 minutes. At the beginning of the development of aurora when H_B achieved

POOR ORIGINAL

its maximum value, the ratio of intensities of oxygen lines of 6300 Å and 5577 Å is equal to a unit, at the end of the night, when H_{β} disappeared, $I_{6300} : I_{5575}$ was equal to 10. The increase of ratio grew both due to the sharp decrease of intensity of lines 5577 Å and to the visible increase of intensity of a red line. Simultaneously with this at the end of night anomalous widening of the strips of the first negative system of nitrogen was observed.

The similar correlation of hydrogen emission with a green line was observed on the night of the 2^d to 3^d of September 1957, when in the south, where hardly visible diffusive glow existed, intensive hydrogen radiation was recorded. At the moment of the beginning of observations (intensive H_{α} and visible H_{β}) the correspondence of intensities I_{6300} / I_{5577} was equal to 0.5 in two hours when hydrogen radiation disappeared, the correspondence of intensities was 3. The change of the correspondence in six times was due to sharp decrease of intensity of the line 5577 Å while the intensity of red oxygen lines does not change.

The filming on the camera C-120-S was made during all dark time, including twilight, in any state of clouds when there was no precipitation, able to harm somehow a low mirror.

Photographing of spectra of twilight was made as a rule with a comparatively narrow chink (33 Å) - on a film with the exposition of 5 minutes. Interpretation of spectrograms obtained in the zone of maximum repetition of auroras is very difficult, as it is practically impossible to fix the time of the beginning and end of aurora. With confidence it is possible to judge about a twilight effect only by variations of a yellow line of sodium. A typical case of a twilight flash is presented in figure 9. For the whole season of 1957-1958 there was only one night on the 19 to 20 September (C=0), when even through the filter OC-12 it was impossible to catch a visible aurora on the sky excluding far north. The obtained series

POOR ORIGINAL

of spectra vividly illustrates the existence of diffusive glow in the north and complete absence of any signs of aurora in the largest part of the sky. In twilight in the morning and evening usual flashes are registered; flashes of red oxygen lines, D-lines strips $3914 \text{ \AA}$. The same effect was revealed in the oxygen line $5577 \text{ \AA}$. The character and the size of this flash are analogous to the flash $6300 \text{ \AA}$. Probably, a twilight effect of a green oxygen line in high latitudes is not an exception.

The photographing on the camera C-180-S with 10 minute exposition with complete clouds is always marked by the appearance of oxygen lines $6364 \text{ \AA}$ and $5577 \text{ \AA}$, and in one half of the cases by the presence of the strips of the first negative system of nitrogen. A spectrum of satisfactory quality is obtained in full moon when visual and photographic observations of the weak forms of radiation are almost impossible. The usage of the data of patrol spectrograph in this case fills up the gap which arouses quite naturally while working with the photographic camera C-180.

A more detailed analysis of spectra and their comparison with other geophysical phenomena will be given in the next work.

POOR ORIGINAL

- 7 -

INSCRIPTIONS TO THE DRAWINGS

- Drawing 1. The general view of the camera C-180-S
- Drawing 2. The typical specter of the aurora, received on the camera C-180-S (18-19 XI.57)
- Drawing 3. The red crown (31 III-1 IV 58) 2 min exposition.
- Drawing 4. H - preferable in the South 25-26 III.58
10 min exposition
- Drawing 5. H - in the North (16-17 II 58) 10 min exposition
- Drawing 6. H - throughout the whole Sky (16-17 II 58)
10 min exposition
- Drawing 7. The a type red glow. A slout is directed upon the glowing arc from E to W (28-29 X 57) 10 min exp.
- Drawing 8. The highly developed the first positive system of nitrogen (22-23 II-58) 10 min exp.
- Drawing 9. The typical specter of the twilight 5 min exp.

POOR ORIGINAL

THE CITED LITERATURE

1. Letedinsky A.I. DZH, 102,3,473, (1955)
2. Vegard L., Ann Geophys., 2, 91, (1952)
3. Vegard L., Nature, 170, 539 (1952)
4. Fan C.Y., Schulte D.H., Astrophys J. 120,563, (1954)
5. Meinel A.B., Pros. Nat. Acad., Sci., 40, 943, (1954)
6. Galperin J.I. Astron. J. 34, 1,131, (1957)
7. Veller A.E. The minutes of the reports of XI General Assembly of the Geodesical and Geographical Union.
The Akademy of Sciences Moscow 1957 pp.36-37

POOR ORIGINAL

ON HYDROGEN EMISSION IN THE NIGHT CLO:

by I.S. Shklovsky

At the Zvenigorod Station of the Institute for Atmospheric Physics an H_α line has been discovered recently in the night sky spectrum without any appreciable geomagnetic disturbance (1). Another feature of this H_α line is its narrowness. Its breadth does not exceed the instrumental breadth, i.e. lies within $\sim 2\text{\AA}$. From this the scatter of the radiating hydrogen atoms' velocities will be found to be $\Delta V \leq 50$ kms per second. On the other hand, the breadths of H_α line in auroral spectra are known to attain tens of angstroms, and the scatter of velocities of the radiating atoms (for observations in the magnetic horizon) attains some hundred kilometres per second.

It will be obvious that the H_α emission observed at Zvenigorod may differ essentially from the hydrogen emission of auroras. We are inclined to connect this Balmer line with the diffuse L_α emission of the night sky, observed recently at high altitudes (2).

According to (2), the average intensity of the diffuse L_α radiation coming from the upper hemisphere, at heights starting with 120 kms, is

$$(1) \quad I_{L_\alpha} = \frac{3.2 \cdot 10^{-3} \text{ erg}}{\text{cm}^2 \text{ sec. steradian}} = 2.10^8 \frac{\text{photon } L_\alpha}{\text{cm}^2 \text{ sec. steradian}}$$

As has been emphasised in (2), the observed L_α radiation is most likely to be due to interplanetary gas. Nevertheless no preference has been given in (2) to either of the two possible hypotheses on the origin of Lyman's emission of the interplanetary gas, viz.: (a) recombination of protons and free electrons, (b) scattering of solar L_α quanta by interplanetary neutral hydrogen atoms. It is easy to see however that hypothesis (a) is quite untenable. Suppose that the concentration of free electrons in the interplanetary space is $n_0 = n_1$, where n_1 is the concentration of protons. Then we can make use of the well-known formulae from the theory of light emission by gaseous nebulae and determine n_0 when

POOR ORIGINAL

- 2 -

T and the extension of the radiating region $\mathcal{Q}$ are known. Putting $\mathcal{Q} = 10^{15}$ cm, we find that $n_e \sim 2 \cdot 10^4$ cm $^{-3}$. But this concentration of free electrons in the interplanetary space seems impossibly high and is strikingly at variance with the photometric and polarization observations of the zodiacal light.

By far more effective is the mechanism of resonance scattering of solar L_α quanta on interplanetary neutral hydrogen atoms. In this case the concentration of the latter, n_H , can be determined from the relation

$$T = \frac{1}{4\pi} n_H B_{12} u_{21}^w \mathcal{Q} = \frac{\mathcal{Q}}{4\pi} n_H^0 \frac{u_{21}^w}{g_1} e^{-(h\nu_{12})/(kT)} \quad (2)$$

Here ν_{12} is the frequency of the L_α line, $\pi = 6 \cdot 10^{-6}$ is the dilution coefficient, $u_{21}^w/g_1 = 4$ is the ratio of statistical weights, and π can be determined if the flux of solar L_α quanta and the profile of the solar L_α line are known.

According to the observations reported in (3), the flux of solar L_α quanta varies within a rather wide range, viz., from 1.1 erg/cm 2 sec. to 5 erg/cm 2 sec., being apparently correlated with solar activity. A month before the flight of the rocket by means of which Lyman emission in the night sky was investigated, daylight rocket measurements of the flux of direct solar L_α radiation had given $F_{L_\alpha}^0 = 0.6$ erg/cm 2 sec. (3) On this basis we put $F_{L_\alpha}^0 = 0.5$ erg/cm 2 sec. in further calculations. On the other hand, the breadth of the solar L_α line is $\Delta\lambda < 0.3 \text{ \AA}$ (4). Making allowance for the high thermal velocities of the hydrogen atoms and for turbulent velocities in the upper chromosphere (wherefrom apparently the solar L_α is radiated), we find that the breadth of this line is hardly below 0.15 \text{ \AA}. Taking 0.2 \text{ \AA} for the true value of the breadth of L_α in the sun's spectrum, and putting $F_{L_\alpha}^0 = 0.5$ erg/cm 2 sec, we find $T \sim 7000^\circ$ for the equivalent temperature. Substituting this value of T in (2) gives $n_H \sim 0.5$ cm $^{-3}$. Suppose that there is ionization equilibrium in the interplanetary gas and that the flux of solar radiation in the Lyman continuum is ~ 0.3 erg/cm 2 sec.; then, knowing n_H , we can use the formulae of the theory of gaseous nebulae to find that the concentration of ionized hydrogen atoms,

POOR ORIGINAL

- 3 -

which is equal to the concentration of free electrons, will be $\sim 200 \text{ cm}^{-3}$ one astronomical unit away from the sun. This value is much lower than that obtained by Siedentopf and Bohr⁽⁵⁾ from polarization observations of the zodiacal light. So the observed polarization of the zodiacal light appears to be due to dust particles rather than free electrons (see, for instance, ⁽⁶⁾).

Even if the observed diffuse L_α radiation should be accounted for by some reason other than the interplanetary gas, e.g., by a "geocorona" extending over several thousands or tens of thousands of kilometres (this hypothesis cannot be excluded entirely for the time being), then, all the same, the results obtained in ⁽²⁾ are of exceptional importance for the study of the nature of the interplanetary medium. In this case the n values of n_H and n_0 found from these observations must be considered as the upper boundary of the content of neutral and ionized hydrogen in the interplanetary space.

If the scattering of solar L_α quanta by interplanetary (or "geocoronal" - this makes no difference here) neutral hydrogen atoms is the causal mechanism of the L_α radiation from the night sky, we may expect that other solar Lyman lines, and in the first instance the L_β line, will be scattered too. Owing to fluorescence this must lead to a Balmer emission, possibly of an interplanetary origin. Let us estimate this effect quantitatively.

The intensity of the solar L_β line, obtained in the rocket flight of February 21, 1955, is $0.01 \text{ erg/cm}^2 \text{ sec.}$, if allowance for absorption by O_2 and N_2 molecules in the higher layers of the atmosphere is made. This is $1/60$ of the L_α line intensity. Alongside the absorption of L_β by O_2 and N_2 molecules its resonance absorption by oxygen atoms on the transition $^3P_2 - ^3D^0$ should be expected ⁽⁷⁾. If the oscillator strength for this $^3P_2 - ^3D^0$ transition is 0.01 ⁽⁸⁾, we may state from the computations made in ⁽⁷⁾ that the atomic oxygen of the earth's atmosphere will absorb as much as 30% of the L_β radiation flux. ^{x)} This gives rise to a fluorescence of the terrestrial atmosphere in lines $\lambda 8446$ and $\lambda 11294 \text{ \AA}$ which can be observed during flight (see ⁽⁷⁾).

POOR ORIGINAL

- 4 -

Thus the flux of L_B radiation liberated from absorption by the atmosphere is $1/40$ of the L_A radiation flux.

Upon the absorption of an L_B quantum an interplanetary hydrogen atom can pass to the second level with the emission of an H_α quantum. Let us estimate the number N of H_α quanta thereby scattered:

$$N_{H_\alpha} = K_{L_A} \frac{F_{L_B}^0}{F_{L_A}^0} \cdot \frac{g_2}{g_1} \cdot \frac{A_{32}}{A_{32} + A_{31}} \quad (3)$$

N_L being the number of scattered L quanta. Substituting the quantities in (3) by their values gives

$$N_{H_\alpha} \approx 3 \cdot 10^{-3} N_{L_A} \quad (4)$$

According to (2), the flux of L_A radiation from the night sky is $F_{L_A} \approx 10^{-2} \text{ erg/cm}^2 \text{ sec.} = 6 \cdot 10^8 \text{ photons/cm}^2 \text{ sec.}$

Hence the flux of interplanetary (or "geocoronal") H_α will be

$$F_{H_\alpha} \approx 2 \cdot 10^6 \text{ photons/cm}^2 \text{ sec.} \quad (5)$$

As a matter of fact this value must be several tens per cent higher owing to the scattering of the higher Lyman lines and the subsequent cascade transitions.

Thus the presence of the diffuse L_A radiation in the night glow must necessarily have for its consequence the presence of a weak but yet measurable field of H_α radiation. This emission is likely to arise in the interplanetary space, although there is no sufficient argument for the present to refute the "geocoronal" hypothesis. It should be emphasized that our conclusion on the presence of an H_α emission does not depend on either "interplanetary" or "geocoronal" location of the scattering hydrogen atoms.

As has been stated above, the flux of solar L_A quanta is variable within a fairly wide range. At the end of 1955 this flux, according to (3), was about $5 \text{ erg/cm}^2 \text{ sec.}$, which may be connected with increase in the general activity of the sun. In 1957-1958, when the observations at Zvenigorod were being conducted, the general level of solar activity was higher on the average than in 1955. The flux of L_B may also be supposed to be correlated with solar activity. If so, the flux of H_α quanta in the night glow can be an order of magnitude higher than

POOR ORIGINAL

- 5 -

the computed value, reaching $2 \cdot 10^7$ photons/ cm^2 sec., or 20 R, and even more, perhaps.

The flux of H_α measured at Zvenigorod fluctuated from night to night within 5 to 20 R, which is in fair agreement with the concepts developed above.

An interesting experiment, decisive for the evolved theory, may be suggested. Namely, if the H_α emission in the night glow is due to scattering by hydrogen atoms, it should be considerably polarized. The observations which might verify this point are not easy indeed in view of the slight intensity of the H_α emission. Still they can be fulfilled.

Institute for Atmospheric Physics
Academy of Sciences of the USSR

References

1. V.S. Frokudina, Astronomical Journal (Moscow), 35 1958 (in press)
2. J.E. Kupperian, E.T. Byram, T.A. Chubb and I.H. Friedman (in preprint, N.R.L., 1958).
3. E.T. Byram, T.A. Chubb, H. Friedman and J.E. Kupperian, Astrophys. Journ., 124, 430, 1956.
4. F.S. Johnson, H.H. Malitson, J.E. Purcell and R. Tousey, Astrophys. Journ., 127, 80, 1958.
5. H. Siedentopf, A. Behr, H. Elsasser, Nature, 171, 1066, 1953.
6. L. Biermann, Observ., 77, 110, 1957.
7. I.S. Shklovsky, Astronomical Journal of the USSR, 34, 127, 1957.
8. A. Omholt, Journ. Atm. Terr. Phys., 9, 28, 1956.

POOR ORIGINAL

А. М. ГОРЬКИП АДЫНДАКЫ ТҮРКМЕН ДӨВЛЕТ
УНИВЕРСИТЕТИНИҢ ЫЛМЫ ЯЗГЫЛАРЫ
УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ ТУРКМЕНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА им А. М. ГОРЬКОГО

Выпуск VI

1955

1.5 АСТА

И. С. АСТАПОВИЧ

ПЫЛЕВЫЕ СЛЕДЫ БОЛИДОВ

Пылевой след метеора представляет собою редкое явление природы. В отличие от газовых следов, видимых только в ночное время, пылевые следы заметны только днем или в сумерки. Они появляются при полете крупных болидов, низко проникающих в атмосферу. На светлом фоне неба, подобно обычным облакам, в зависимости от освещения солнечными лучами, они могут быть и светлыми, и темными. Проектируясь на фон земли, они будут казаться почти черными, если они лежат в тени Земли, либо чрезвычайно яркими, как бы раскаленными, если эти следы освещаются прямыми лучами Солнца на тех высотах, где они расположены. Если в это время Солнце находится под горизонтом наблюдателя и наступили сумерки, то их свет может быть так ярким, что будет давать тени от земных предметов. Первоначально прямолинейный след под влиянием воздушных течений уже через несколько секунд кажется зазубренным и затем все более и более искривляется, напоминая застывшую молнию, пока его ветрами не развеет в стороны. При этом след расширяется, расплывается, тускнеет, превращается в одно или несколько бесформенных облачков, иногда вытянувшихся в направлении своего движения, и через полчаса-час, а иногда и через несколько часов, рассеивается совсем.

Первые сообщения с метеорных следах, судя по описанию — пылевых, мы встречаем у китайцев. Прихотливые изгибы следа породили у народов Востока представление о небесных драконах, пожирающих Солнце и Луну во время затмений, т. е. в узлах их орбит; эти узлы затем стали обозначать значками искривленного метеорного следа (☿ и ♀).

В Ливрентьевской летописи уже под 11. II. 1110 г. описан пылевой след болида. В отношении другого болида с видимым диском — «яко кругу огненну» сказано, что его след был «в образе змея великого и стоял по небу с час дневный и разидеся». При падении Великоустюжских метеоритов 25 июня 1296 г. «о полудне наиде внезапно над град Устюг облак темен», из туч «блистався молнииво блиставие беспрестани... огненные же тучи хотяху со-тупитися вместе», после чего «разводящися облацы огнени на все страны и помоста на месте пустынная и тамы поломиша на пустынях многия леса и дебри».

POOR ORIGINAL

многим и бесчисленным камением поломило лес и дебри овы дерева ис корени избжи, а иные вполы положиша". Мы увидим почти точное описание такой же картины 657 лет спустя при падении Сидоте-Алиньского метеорита. В народе яркий пылевой след связывался с представлением о возникшей трещине в небосводе („небо раздвоилось"), сквозь которую проникает „свет неизреченный" по „объяснению" церковных деятелей. В Никоновской летописи, сообщается, что 19 (2). V. 1421 г. произошло падение метеоритов „из облака", а 29. XI. (9. XII. н. ст.) 1662 г. „показалась по небу аки бы молния, небо надвое раздвоилось и потом каменные падали с великою яростию великое и малое горячее". Ряд описаний пылевых следов из сибирских летописей 17—18 вв. был приведен проф. Дравертом. В них содержится аккуратное и бесхитростное описание явления, каким оно представлялось глазам очевидцев [8].

1 декабря 1898 г. в Полтаве наблюдался полет яркого болида, оставившего след. В. А. Балясный сделал несколько снимков с него, которые и прислал Русскому Астрономическому обществу, основанному за несколько лет до того. Эти фотографии, погибшие в бомбе 1942 г. в Ленинграде, были первыми в мире. Вторую фотографию получили также русские ученые: в Монголии Ц. Г. Бадмажанов, спутник П. К. Козлова, сфотографировал поразительный след болида 29. XII. (12. XII. н. ст.) 1905 г. из Ха Тау-О, Южное Гоби: его нижняя часть на фоне зари была темной, а верхняя часть, в лучах Солнца — светлой. Бolid, появившийся в 5 ч. дня „по пути своего полета" оставлял едва заметную сероватую полоску и, склонившись „градусов на 10 к горизонту, мгновенно превратился в густое облачко дыма, образовавшее затем змееобразную фигуру... Змееобразная полоска представлялась очень эффектной в области нижней трети, попадавшей в сферу наиболее густой окраски пустынной зари, тогда как средняя треть походила на яркую белизну кучевых облаков, а верхняя представляла простой серый дым".

Большой Тунгусский метеорит, пролетевший в Сибири в 7 ч. утра 30. VI. 1903 г., оставлял после своего полета след, отмеченный многими лицами. В начальной стадии он был бледным, затем более ярким (это явление отмечается постоянно, так как в более разреженных областях разрушение метеорного тела идет менее интенсивно, чем в более плотных нижних слоях и достигает повидному максимума в нижнем участке пути). Этот след завивался клубками из-за вихревых движений в воздухе. Напомним, что в следе Охотского метеорита 30. VIII 1587 г. наблюдалось спиральное закручивание. В с. Кежме на Ангаре пылевой след Тунгусского метеорита был сначала правее Солнца, к западу, но воздушными течениями его стало смещать к востоку и он прошел перед Солнцем. В этот момент появились „радужные полосы... синие, зеленые, красные", т. е. имели место иризации. По наблюдению Н. Т. Науменко (Кежма) в это время след стал „во много раз шире". В связи с падением метеорита и взрывом, в также оттого, что метеорит сопровождал пылевые массы, в земной атмосфере возникли оптические аномалии.

Замечательный пример еще одного пылевого следа дал метеорит Богуславка, выпавший в 11 ч. 49 м. утра 5/18. X. 1916 г. в Приморской области близ станции КВЖД Гродеково-Хорватово в долине р. Бэйчяй. В с. Григорьеве бл. Никольска Уссурийского наблюдалась „вертячая полоса сгущенного серого дыма... На горизонте... черное густое облако дыма", рассеявшееся в 12 ч. 07 м. Этот же след был виден за 350 км в Китае (В. И. Назаров) с Муданьцинского восточ-

POOR ORIGINAL

горя из Хуан Ту-дза. Болид был красным, а след при падении — в виде дыма. Н. В. Сапелькин в 1933 г. рассказывал автору, что в 16 км от Никольска-Уссурийского он и инж. Н. Н. Бондирь видели, что болид „с Луну“ оставлял „туманный, быстро растаявший след“. Это относится к верхней части траектории. В нижней части, ближе к упомянутому „черному облаку“, след был весьма грандиозным (по рисунку, переданному автору его очевидцем в 1933 г.). При движении болида было видно, как сквозь густой темный след моментами прорывались огненные струи. Поднятые метеориты, два из которых находятся в коллекции АН СССР, третий — в Японии, общим весом свыше четверти тонны, оказались железными. Таким образом пылевые следы производят не только каменные, но и железные метеориты. Впрочем при космических скоростях состав вещества не играет главной роли в образовании следа. При падении Сихоте Алинского железного метеорита также возник мощный пылевой след. В обоих случаях, как и вообще, происходит быстрое расширение следа, особенно в его верхней части.

В 1916 г. в Томске наблюдался след болида, причем была получена для него третья фотография, находившаяся в Комитете по метеоритам АН СССР, на ней след болида явился как серая искривленная дуга. 21. I. 1924 г. в г. Тара, Омской области, в сумерках прошел яркий болид. Между 16 ч 40 м и 1 ч 10 м, т. е. в течение 10 мин., сформировал 4 петли, отмеченные А. И. Слонимским. След болида 1931 г. на Ангарском Стрелке был виден несколько минут 16. VI. 1933 г. при падении каменного метеорита. Первомайский поселок южнее Юрьева Польского возник из дыма след, в одном из пунктов проектировавшийся на диск Луны в фазе 9 дней. Возник радужный венец как и при гугутеском падении, с диаметром которого автор нашел размер пылинки следа (десять микрон). Замечательный пылевой след протянулся над Оренбургской (ниже Павловской) областью 13. VI. 1935 г. перед закатом Солнца. Так как сюда съехались многие экспедиции для наблюдения полного затмения 19. VI. 1936 г., то этот след наблюдался астрономами (что является редчайшим случаем). Желтый болид с кратким падением — 7 м — летел по еще светлому небу без звезд и оставил след, видимый полчаса. Его точка исчезновения по очень хорошим наблюдениям в Сатрачина, Ак Булак, Сары и др. оказалась на высоте 11,5 — 24 км. После из экспедиции Бюро Стандартов (ША) нашел его поверхность яркость в первые минуты, равную 0,4 фут-свечей (свет неба исключен).

24. XI. 1936 г. в 16 ч 30 м (VI. 1936) над Казахстаном и Северным Киргизием прошел грандиозный болид, наблюдавшийся на обширной территории. Его полет явился крупным событием в жизни области из-за мощности звуковых и оптических явлений. След, основанный на находящемся Солнцем (в этих двух местах уже зашедшим) был виден час. Здесь несомненно имело место падение метеорита, но не на расстоянии из-за слабой населенности района. Техника сильно выросла за время Второй Мировой войны и давшая развитие ряду областей метеорной астрономии, в отношении изучения пылевых следов, давшего немного. Можно лишь было заключить о сходстве явлений, возникающих при конденсации водяного пара на продуктах сгорания мотора самолета и болидов 18. X. 1941 г. и 17 ч 10 м, т. е. опять таки в сумерки, на мысе Чаплин, близ бухты Провидения на Чукотке, прелетел над Беринговым проливом огненно-красный болид, оставивший яркий след на голубом небе. Различные стадии развития его пылевого следа были сняты Д. Г. Дебабовым. Турбулентция в следе изучена Ягером.

POOR ORIGINAL

Разобраные выше случаи относились к вечерним болидам. Придем теперь пылевой след, наблюдавшийся утром на рассвете. В 6 ч 10 м (V пояс) 2. X 1933 г. крупный болид, разрывавшийся каменным дождем „Старое Песчаное“ в Курганской области Зап. Сибири, со скоростью 15 км/сек проник под углом 54° к горизонту до высоты 43 км, найденной из теодолитных замеров. Высота появления следа $H_{15} = 82$ км, исчезновения — $H_{15} = 43$ км, его длина $L_s = 43$ км. Верхняя часть следа располагалась, как обычно, быстрее нижней, более притом плотной. В сел Кушма след, продержавшийся 1,4 часа, стал проектироваться на восходившее Солнце, так что у него возник „верх с синим, средина алая и светлая“. Наблюдатели, наиболее близко расположенные к концу траектории, указывают на густой черный дым при полете, перешедший по мере разрежения следа в голубо-бело-белый (близ горизонта казавшийся желтоватым от поглощения света). Таким образом в плотной стадии след, как и обычное, напр. трюновое, обычно, создавал тень, почему и казался темным. Бело-голубой оттенок указывает на высокую степень раздробленности материала метеорита. Вначале линейные размеры следа (ширина) были 0,4 км на высот 70—80 км и 0,1 км в его нижней части (45 км). Затем след расширился до 6—10 км ширины, а его отдельные части разнесены течениями на 40 и более км одну от другой. Объем следа в последний момент оказался в $2,5 \text{ км}^3$ к концу в сотни раз больше. Нижний предел суммарной массы следа не менее нескольких килограмм, судя по упавшим метеоритам. Образование следа имело место при дроблении метеорита в конце, когда он летел „лавиной“ отдельных ярких частиц, окутанных черным дымом.

23 VI 1950 г. над пустыней Центральных Каракумов в Туркмении в лучах вечерней зари прошел болид — 9 вел. из погоды Скорпионид под углом 34° к горизонту. Болид появился на $H_s = 93$ км, его след — ниже на 47 км, точка угасания болида, как обычно, совпала с точкой нижнего конца следа и оказалась на высоте $H_{15} = 25,6$ км. След был виден с Астрофизической лаборатории, Ашхабад, в течение 33 мин. Граница земной тени проходила на высоте 43 км, таким образом след освещался рассеянными, а не прямыми лучами Солнца. Длина следа составляла 40 км из 122 км длины пути болида.

Еще один пылевой след в лучах вечернего заката наблюдался также в юго-западной Туркмении 18. XII. 1950 г. Болид летел над Кара-Кала с северо-востока на юго-запад; падение метеорита должно было произойти в горах Северного Ирана. Совершенно исключительный пылевой след был сфотографирован Ю. Н. Павловым близ Пензы; он был виден на площади 6 областей от Москвы до Пензы. Воздушные течения уже через 20 минут придали ему вид линии двойной кривизны, так что в некоторых местах он проектировался на небо в виде гигантской цифры „3“. Это было 24. IX. 1948 г. Особенно интересен был след Сихотэ-Алинского железного метеорита 12 II 1947 г., тичувшийся до самой поверхности земли, так как метеорит имел большую массу и ударился в почву со скоростью 0,5—1 км/сек роем кувшонов. Падение произошло в 10 ч. 36 м. декретного приморского времени, ДВК. Его след был широким, дымным, бурлящим и клубящимся и держался до в-чера, т. е. около 8 часов. Вещество следа было совершенно непрозрачным, но вспомнил что дымовые пышки дают мощные дымовые зав-сы малым количеством вещества и что дым из печной трубы тоже может заслонить Солнце, т. е. уменьшить его яркость не менее чем на 20 раз величин (считая, что — 6 зв. в. можно хорошо заметить днем), или более чем в 10 раз. При полете

POOR ORIGINAL

из болида желто-белого цвета вырывались красные пламенные струи и тянулся хвост темно-серого цвета, который в голове был черным. Когда след расширился через несколько часов до $10^{\circ}-15^{\circ}$, через него начало просвечивать голубое небо. Ночное небо в области полета казалось значительно ярче, чем в других местах*, а на следующие дни на месте следа образовалась белая облачная полоса конденсации, восстанавливавшая его очертания [17]. На расстоянии 300 км в Улунге было видно, что в первой половине пути следа не было и болид летел со следом только во второй половине пути. След имел сначала резкий край и там, где он проектировался на Солнце, последнее вообще не было видно. Когда след стал редеть, то Солнце стало просвечивать красноватым диском, что отмечено очень уверенно разными лицами. Художник Медведев в Имане рисовал случайно местный пейзаж и после дорисовал на картине полет метеорита и его дымный след. Из-за штиля общий дрейф следа был мал.

Упомянем некоторые факты из зарубежных данных. Витнообразное движение усматривалось в пылевом следе метеорита Орвиньо 31. VII. 1472 г., пролетавшего над Италией; в следе метеорита Хомстед 12. II. 1872 г. штат Айова, США, было видно сильное движение возмущенных масс, возмущенных полетом метеорита С 1907 г. начал исследование метеорных следов Траубридж, показавший, что газовые следы появляются выше 42 км, а пылевые в основном с Н = 64 км и ниже. Они особенно часты на высоте 40 км, редки выше 64 км (до 80 км); самый низкий след был отмечен простирающимся до высоты 8 км (падение метеорита Зиммерн в Пруссии 1. VII. 1920 г.), были получены фотографии пылевых следов болидов 24. XI. 1910 г. (Центральная Индия), 2 VI. 1912 г. в Южной Африке, несколько снимков из разных мест огромного болида 24 III. 1933 г., показавшие первые признаки пылевого следа на высоте 100 км и достигшего потом объема в 4000 км^3 . Начало интенсивного свечения болида было на Н = 56 км, где образовалось облачко, видимое еще час спустя после восхода Солнца К 1920 г. Кальке имел данные о смещении 20 пылевых следов. Размер пылинок Нагаока считал в $10^{-2}-10^{-3}$ микрона. В 1931 г. Шефер заключил, что диаметр пылевого следа в первый момент составляет десятки метров при длине в десятки км. Траубридж полагает, что пылевые следы витны также и ночью при свете Луны. В 1941 г. Мохаммед Хан, президент Хайдерабадской академии наук (Индия) сообщил о том, что иногда в лунные ночи видны на мгновение в местах всплеск освещенные Луной пылевые облачка некоторых метеоров 2-3 вел. и ярче. Обычные метеоры не оставляют заметных пылевых следов, так как пролетают выше, где рассеивание частиц следа происходит на большем расстоянии. Впрочем, Макс Вольф 22. V. 1911 г. видел метеор со следом в 4', после погасания которого звезда 7 Оры, которую он пересек (что бывает вообще редко!), исчезла на 3,5 сек. Может быть звезда исчезла от нарушения оптической прозрачности воздуха например Л Уилсон 17 V 1911 г. наблюдал прохождение метеора в 35' от Юпитера, после чего в телескоп на протяжении 4-5 мин были видны лишь смутные контуры планеты — так сильно метеор взбаламутил воздух своим полетом. В 1917 г. Эмиль Туше во Франции получил снимки следа одного дневного болида. По сообщению В. Гута в Праге на геофизической обсерватории имеется еще один снимок пылевого следа. 24. III. 1935 г. Ван-Стрален и Груневальд из 2 пунктов Голландии сняли вертикальный след болида и его смещение. Метеорит Пантар, Филиппины, при полете 16 III 1938 г. создал след, видимый сквозь циррусы. Яркость

POOR ORIGINAL

явления, его длительность и распространение пленочных камер ныне облегчает сбор документальных данных по пылевым следам. След 2. V. 1939 г. над Техасом был снят такой камерой за $\frac{1}{25}$ сек. В 1940 г. были получены первые 2 снимка одного следа с самолета, и первая цветная фотография „кодахром“, где след вышел чисто белым на голубом небе (получено несколько кадров ручным киноаппаратом). 28. IX. 1953 г. близ Парижа Бланшар получил фото пылевого следа, видимого на закате Солнца в течение часа и превратившегося в светлые облачка. След напоминал конденсационные следы самолетов. Но, к сожалению, обычно эти фотографии остаются без ориентиров и не могут быть научно обработаны. Систематических же наблюдений над пылевыми следами в каком-либо пункте поставить нельзя, так как за несколько десятилетий число таких следов будет 1 или 0. На 250 стойких газовых следов в личном архиве автора пылевых следов только 1 да и то вне программы наблюдений (13. VI. 1936 г., Сагарчин). Имеет смысл, однако, не только проверить „освещенные Луной“ метеоры М. Хана, но и попробовать понаблюдать в бинокли на фоне зари пылевые полосы более слабых метеоров. Обычные метеоры, как известно, заметных, хотя бы и слабых, пылевых следов не оставляют, так как пролетают выше, плотность следа делается заметной только от высот 64 км и ниже, а обычные метеоры сюда не доходят. Если же какой-нибудь метеор сюда попадает, то он уже не „обычный“, а редкий, потому редки и пылевые следы.

Какими путями можно исследовать след, находящийся в воздухе? Наиболее интересным был бы прямой метод получения „пробы“ такого следа с целью определения l — расстояния между пылинками, a — поперечника пылинки имея в руках собранные пылинки, следовало бы найти их распределение $N=f(a)$ по размерам a , расстояние d между рассеивающими элементами в самой частице. Тогда оптическая структура частицы определится отношением $\frac{d}{\lambda}$, где λ есть длина волны света, рассеивающие свойства пылинки — величиной $\frac{a}{\lambda}$, оптическая структура следа в объеме R характеризуется через $\frac{l}{\lambda}$, а его рассеивающие свойства — величиной $\frac{R}{\lambda}$. Исследование следа оптическими средствами затрудняется тем, что нам неизвестна функция распределения $f(a)$; в атмосфере напр. наличие пылинок и капелек с $a \sim (0,1$ микрона создает атмосферную дымку, очень сильно влияющую на прозрачность воздуха. Если $l \ll \lambda$, то свет отражался бы от следа, как от сплошного твердого тела. Если $l \sim \lambda$, то возникают явления интерференции света. Если $l \gg \lambda$, то происходит многократное рассеяние света, при этом играет важную роль величина $\tau = \frac{a^2 R}{\lambda}$, называемая оптической толщиной мутной среды (у нас — следа). Если $\tau \ll 1$ то задача упрощается, так как это означает, что достаточно исследовать однократное рассеивание света одной пылинкой. Такая пылинка может быть прозрачной (напр., силикаты каменных метеоритов), либо совсем непрозрачной (частицы железных метеоритов), но это может относиться только к одному участку спектра, а в других лучах оптические свойства, особенно металлических пылинок, бывают совсем иными. Поэтому можно ожидать различия для ультрафиолетовых и инфракрасных снимков следа и оптических явлений в нем. Для металлических пылинок наиболее рационально производить измерения

POOR ORIGINAL

поляризации света, отраженного от них. Если γ есть показатель поглощения и n показатель преломления, то для смикатных пылинок можно найти γ по величине поглощения света, прошедшего через лабораторный образец, по коэффициенту отражения которого можно получить и n . Разнообразие γ и n производит разнообразие красок в природе. Мало прозрачные тела отражают одни цвета и пропускают дополнительные; мало поглощающие тела рассеивают свет на элементах мутности и потому одинаково окрашены и в отраженном, и в проходящем свете. Черное тело не отражает и не пропускает света. Как же будет обстоять дело с пылевым следом в целом?

Рассмотрим сначала поведение отдельной пылинки, которую будем считать шариком радиуса a . Помня о волновой природе света, положим $\gamma = \frac{2\pi a}{\lambda}$. Если $\gamma \ll 0,1$, то такую частицу можно считать малой.

она будет рассеивать свет обратно пропорционально λ^4 , так что мы увидим голубых лучей больше чем красных, как, напр., в свете дневного неба или в кольце Сатурна. В силу волновых свойств света такая частица (прозрачная или нет) рассеивает одинаковое количество света как по направлению падающего света (вперед), так и навстречу ему (назад). Представим теперь себе, что наш шарик гладкий и отражает зеркально, как велосипедный шарик. Ясно, что основное количество света он отразит назад, причем равномерно во все стороны. Это легко видеть, наблюдая отражение света Солнца в таком шарике. Теперь увеличим шарик до $\gamma = 1$; из-за дифракции света часть световой энергии начнет перебрасываться вперед в теневую область, так что при $\gamma = 3$ вперед и назад будет рассеиваться света поровну. При $\gamma = 6$ наступает переход к "крупным" частицам. Возьмем шарик с $\gamma = 10$. Он может быть прозрачным, как стеклянный, или непрозрачный, как угольный или как зеркальный. В первом случае световая энергия, пройдя через шарик, рассеется вперед и назад ничего не отразится. Практически соотношение будет около 94% и 6%. Зеркальный шарик даст простое сферическое отражение назад, впереди него будет тень. Черный угольный шарик назад ничего не даст, а практически из-за дифракции и отражения некоторое количество энергии пошлет вперед. Теперь посмотрим, что даст облако частиц, т. е. пылевой след. Сначала допустим, что все шарики одного размера. Облако малых частиц ($\gamma \ll 0,1$), прозрачных и непрозрачных, если оно не слишком густое, будет казаться голубоватым. Пусть теперь будет облако из "больших" частиц ($\gamma \approx 10$). Оказывается, что рассеяние от массы таких частиц происходит так же, как от шара того же объема. Мало того мы считали частицы шариками. Оказывается, что очень вытянутые частицы (типа палочки), или очень сжатые (лепешечки), беспорядочно ориентированные, будут рассеивать также, как и шар, но только несколько иного объема. Гораздо сильнее сказывается влияние неоднородности частиц, когда они неодинаковы. Тогда появляется добавочное рассеяние, которое может исказить довольно сильно теоретически ожидаемую "индикатрису рассеяния". Таким образом для пылевого облака важно было бы измерить прозрачность в слое, толщина которого известна, найти индикатрису рассеяния и определить степень поляризации рассеянного света. Все это лучше всего делать в лучах одного цвета. Смещение угла β наибольшей степени поляризации происходит закономерно при измерении γ от 0 до 1, поэтому, измерив β , можно судить о размере частиц. Если I есть количество света, прошедшее путь l в облаке, а I_0 — начальное

POOR ORIGINAL

количество света, то величина $\alpha = \frac{1}{L} \log \frac{I_0}{I}$ называется коэффициентом экстинкции. Зная его, легко определить число пылинок N в 1 см^3 , так как с учетом дифракции оказывается, что $\alpha = 2\pi N a^2$, а общее количество пыли в граммах на см^3 будет $M = \frac{2}{3} \alpha$. Всем известно, что вблизи Солнца небо кажется ярким: причиной тут индикатрисса рассеяния, направленная вперед. Околосолнечное сияние тем ярче, чем больше V . Есть еще замечательное явление — венцы или gloria вокруг тени головы, падающей на облако тумана, на пыльную почву или на росинки. Gloria видна вокруг тени самолета, попадающей на облако. Это дифракционное явление происходит из-за рассеяния света „назад“. Им же объясняется „Брокенский призрак“ и наличие обычных иконописцев изображать венчики вокруг головы. Дифракционные круги или радужные „венцы“ вокруг Луны объяснены происхождением рассеяния „вперед“, это явление наблюдается в пылевых атмосферах (котлы Бишопа), на капельках воды и кристалликах льда в облаках или на замесших окнах. Угловой радиус θ такого круга, радиус частицы r в зависимости от порядка n кольца и длина волны λ связаны формулой Пернтье $r = \frac{n + 0.22}{\sin \theta}$. Например, красное бурое кольцо при извержении Кракатау дало размер вулканических пылинок $a = 1,5$ микрона.

Вернемся к данным о пылевых следах. Дифракционные котлы наблюдались в них трижды у нас в СССР — в 1903, 1933 и 1947 гг. и видимо также при падении Старого Песьяного в 1933 г. Для радиуса кольца первого порядка ($n = 1$, примем $\theta = 6'$, тогда $a = 3,5$ микрона — 44 μ , следовательно частицы пылевых следов были „крупными“. Когда нибудь, поднявшись выше следа, можно будет увидеть на нем gloria, так как для $\theta = 6'$ зеркальные шарики отражают 25% назад и 75% вперед (при $r = 0$ и 1 это соотношение соответственно есть 80/20 и 67/33). То, что шарики можно принять за зеркальные, видно из работ Л. Кринова, находившего их как на поверхности самих метеоритов, так и на месте падения Сихотэ-Алинского метеорита: шарики блестящи, словно никелированы. Вероятно также гладки и блестящи силикатные шарики судя по данным опытов с их плавлением и пульверизацией. В том и другом случае они оказываются микроскопическими капельками, слетыми с расплавленной поверхности тела и пульверизованными в воздухе. Имеются ли в пылевых следах частицы неправильной, обломочной формы, мы не знаем, но если они и есть, то влияние формы для малых частиц является второстепенным в рассеянии света. Здесь важны размеры r и число частиц N . Лабораторные исследования дымов табака, ладана, копоти, нафталя и др. показывают, что в видимой области спектра коэффициент поглощения $K = \alpha \lambda^{-1}$, причем при $a = 10^{-2}$ микрона и менее, $\chi = 6$, $\chi = 4$; при $a = 10$ микрон и более, $\chi = 2$, $\chi = 0$, т. е. более крупные частицы пропускают свет, не окрашивая его. Для частиц в 1 и 0,1 микрон соответственно $\chi = 3,2$ и 4,8 и $\chi = 1,2$ и 2,8. Это использовал В. Г. Фесенков для оценки размеров частиц выброшенных в атмосферу взрывом Тунгусского метеорита; он получил их радиус $a = 1$ микрон. Можно думать, что при движении метеорита на разных высотах будут формироваться частицы разных размеров и что в каждый данный момент полета образующиеся частицы могут быть также различными. Найдем то расстояние D , после которого в пылевом следе интенсивность света уменьшится в $e = 2,718$ раз.

POOR ORIGINAL

(с непервого основание). Если α есть коэффициент ослабления, то $D = \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{2\pi a^2 N}$; выражая a в микровах, плотность δ в г/см³, число

частиц N на см³, q массу частиц в г/м³, мы получим $D = \frac{2a^2}{3q} \cdot 100$

метров. Мы уже видели, как велико поглощение в дыме печной трубы, где D может оказаться менее дециметра: в облаках водяного пара обычно $D = 5-10$ м, в обычном тумане 500 м. Измерим всю длину пути светового луча в пылевом облаке, выразив ее в единицах D . Мы получим отвлеченное число, называемое оптической толщиной T . При $T = 3$ из 100% упавшего света сквозь тело пройдет только 1% или около 5%. Для ориентировки укажем, что в обычном тумане при диаметре капелек 10 микрон среднее расстояние $l = 4-5$ мм и $q = 6$ миллиграмм/м³. В густом тумане капли крупнее, около 100 микрон, $l = 20$ мм, q больше в 9-10 раз, а в облаках — в 25-50 раз. И. Податбеков исследовал лабораторно поглощение света одной частью каменного метеорита Старо-Песчаное, пылевой след которого нами был описан. Им произведено измерение в чистой воде и в воде, с примесью порошка метеорита (суспензии), причем подсчитывалось число N частиц. Спектр поглощения сфотографировался. При $\lambda = 1,3$ и 2,6 миллиона на см³ оказалось, что размеры частиц $r \approx 3$, причем частиц с $r = 4$ или 2 было меньше в несколько раз. Коэффициент ослабления света есть K ; на одну частицу получается $\kappa = \frac{K}{N} = 0,05 \cdot 10^{-6}$ в зеленых лучах и в 2,5 раза больше в синих. Более мелкие частицы дают меньшее κ , хотя и непропорционально радиусу. Общезвестно, что наиболее непрозрачным будет такой туман, где $2\pi a = \lambda$ (Г. И. Покровский, 1939). Пылинки комнатного воздуха, видимые в луче солнечного света, в среднем имеют размер 0,5 микрона.

Наиболее распространена следующая классификация мелких частиц-взвесей (аэрозолей)

1. Пыль — размер свыше 10 микрон, падение в воздухе с ускорением, диффузия места не имеет. Ее совокупность есть аэрозоль.

2. Туман — размер от 10 до 0,1 микрона, падение в воздухе с постоянной, но малой скоростью, диффузии нет. Частицы твердые или жидкие.

3. Дым — размер 0,1 до 0,001 микрона, падения не происходит, движение подобно молекулам газа, частицы участвуют в броуновом движении, диффундируют.

Опыт показывает, что частицы размером > 1 микрона в воздухе не могут долго оставаться: они слипаются, соединяются с ионами, укрупняются и потому выпадают на землю, как говорят — коагулируют (обратный процесс есть непитизация). Такие частицы неустойчивы и загрязняют воздух временно. Постоянное загрязнение создают более мелкие частицы. Например, частицы взрыва Кракатоа носились на высотах 8-24 км более 5 лет. Одинаковая электростатическая зарядность частиц тумана приводит также к его относительной устойчивости. Наблюдениями [16] в лаборатории над жизнью дымов найдено, что нет пропорциональности между концентрацией и яркостью. Напр., в очень тонких дымах увеличение отражения происходит через несколько времени после образования дыма, причем оно связано с изменением цвета дыма. В других случаях дымы с большей концентрацией частиц почти прозрачны, напр., дым автомашин. С увеличением степени измельчения частиц общая яркость облака частиц растет при том же количестве

POOR ORIGINAL

материала, это справедливо в больших пределах. При медленном дымообразовании возникают крупные дымовые частицы и обратно. Дым с концентрацией 50 мг/м³ изменяется не слишком быстро (часами), причем изменение числа частиц со временем одинаково для разных дымов. При испарении металлов всегда (кроме Au, Ag и Pt) в элекгроде получаются дым из их окислов; при этом частицы дыма получались сильно заряженными, как и при бурных химических дымообразующих реакциях. При низкой температуре этого нет, зато частицы оказываются заряженными потом, видимо за счёт присоединения ионов воздуха. Таковы свойства металлических аэрозолей, соответствующих пылевым следам железных метеоритов. Поскольку их шарики найдены металлическими, то это значит, что они были слиты при "низкой" температуре из вязкой пленки застывающего железа. Действительно, многие шарики имеют вид капельки с хвостиком или, как пузырьки, полые внутри. В электрическом поле частицы окислов железа Fe₂O₃ образовывали цепочки, тогда как в отсутствие поля этого не было, как и напр. для окиси кремния SiO₂. Окись магния дает довольно большие шарики. При возникновении дымовых частиц играет роль концентрация, температура, давление, размер и электрическое состояние. Степень дисперсности определяет устойчивость дыма: крупные частицы коагулируют быстрее. Кроме того, с понижением концентрации ниже некоторого предела аэрозоль становится устойчивым, напр. при $N = 10^5 - 10^6$ на см³. Аэрозольное облако обычно полн-дисперсно — в нем всегда представлены частицы разной величины. Плотность каждой пылинки всегда ниже плотности вещества, из которого она возникла в 2—10, обычно в 4—6 раз, поэтому она при расчётах заменяется эквивалентной ей сферической. Считается, что устойчивость дымового облака не зависит от его электрических свойств, хотя напр. действие ультрафиолетовой радиации пылинки заряжаются. Работа, идущая на образование пылинок, пропорциональна их суммарной площади, подчас очень большой: напр., 1 мм³ вещества, превращенного в 10⁵ кубиков по 1 куб. микрону будут иметь поверхность 0,6 кв. метра! Механическое измельчение твердых тел не дает частиц мельче 10 микрон и с трудом удается рядом приемов получить 1 микрон. Гораздо легче получается распыление жидкости, причем степень дисперсности пропорциональна энергии удара и тем больше, чем меньше вязкость, плотность и поверхностное натяжение жидкости, причем оказывается, что процесс пудверизации связан с возникновением пузырьков с тонкими стенками. При лопании последних они еще разбиваются на более мелкие части, принимающие сферическую форму, как имеющую наименьшую энергию (К. И. Вейсбер, Л. П. Лучинский, 6, стр. 25). Наиболее высокую дисперсию дают взрывы, так как газовая волна ударяет с большой энергией и преодолевает силы сцепления. Вещества с высокой температурой кипения, будучи жидкими, могут насытить своими парами потоки горячего воздуха. После их охлаждения может выделиться (конденсация) высокодисперсный аэрозоль. При $t > 500^\circ$ уже трудно искусственно получить из данного вещества дым, его окажется слишком мало. При взрывах иногда конденсация паров вещества происходит на раздробленных пылинках того же вещества. Оседание пылинок в воздухе определяется формулой Стокса (1852 г.) в пределах от 0,4 до 100 микрон:
$$v = \frac{2}{9} \frac{a^2 g (p_m - p)}{\eta}$$

где a — радиус частицы, p и p_m — плотности воздуха и частицы, g — ускорение силы тяжести и η — коэффициент вязкости ($1,8 \cdot 10^{-4}$). Частицы падают в воздухе так, чтобы сопротивление движению оказалось наи-

POOR ORIGINAL

большим, напр. пластинки — плашмя, бруски — горизонтально и т. д. На более крупных частицах сказывается влияние эмергии воздуха, который сжимается и замедляет падение. Такие „надстоксовы“ частицы нам не будут встречаться. Численно скорость падения для шарика плотности $\rho = 1$ такова (Стокс-Милликен).

Табл. 1

Радиус шарика $r=100$	10	1	0,1	0,01	0,001	0,0001 микроны
Скорость падения 120	12	0,013	0,00022	0,000011	0,0000011	10^{-6} см/сек

При $a = 0,1$ микроны размер шарика делается сравнимым с длиной пути свободного пробега молекул воздуха, шарик начинает проскальзывать между ними и сопротивление падению уменьшается, что учтено в данной табличке. У частиц $0,05-0,1$ микроны скорость оседания делается такой, как и скорость броуновского движения и падение начинает происходить зигзагообразно. Более мелкие частицы участвуют в молекулярном движении газа и не оседают. Опытом это нашёл Вьянхель для дымов окиси железа. В случае метеорных следов разветвление их ветром оказывает большее действие, чем старение дыма от коагуляции и осаднения, поэтому эти два явления должны играть второстепенную роль. Если концентрация N становится менее 10^4 на см^3 то коагуляцией, играющей роль рекомбинации в ионных следах, можно пренебрегать. Каково N в пылевых следах? Мы знаем, что с 1 см^2 поверхности метеорита в полете за 1 сек. может срываться слой до $4-7$ мч толщины. Пусть полет метеорита в 300 кг длится 8 сек, из них 4 сек со следом, длиной 80 км и начальной шириной 100 м . Потеря вещества при плотности $\rho = 3$ составит около 100 кг , которые, будучи равномерно рассеяны в пылевом цилиндре следа, дадут плотность $4 \cdot 10^{-6} \text{ г/см}^3$. Приняв размеры пылинки следа в 1 куб. микрон , мы найдём их число в 1 см^3 равным $N = 130$. Только при ширине следа в 10 раз меньшей, что может длиться лишь мгновение, $N = 1,3 \cdot 10^4 \text{ см}^3$. Таким образом коагуляцией в пылевых следах метеоров можно вполне пренебрегать. Только в случае присутствия субмикроскопических частиц, оптически заметных, но в массе составляющих лишь несколько процентов вещества следа, это имело бы значение, но удельная роль таких частиц, как видим, невелика. Пылевой след, образованный метеорным телом в атмосфере, становится составной частью этой последней и в своём поведении обязан подчиняться законам поведения воздуха — напр. участвовать в термической и динамической циркуляции и турбулентности. Чем последняя выше, тем быстрее идёт перемещение следа с чистым воздухом и быстрее разрушается пылевой след.

По причине недостаточности концентрации N частиц следа в нём можно было бы пренебрегать многократным рассеянием света, если бы оптическая толщина не была велика. Из-за многократности рассеяния возникают те дифракционные явления, о которых мы говорили и по этой же причине поляризация отражённого света уменьшается, свет в некоторой степени деполаризуется. К сожалению, мы не знаем пока таких измерений, их следовало бы производить в трех положениях под 60° . Дополнительное освещение следа рассеянным светом неба также уменьшает степень поляризации и придает белесоватый оттенок. На границе следа происходит частичное отражение света, на величину которого (альбедо) оказывает влияние количество света, пог-

POOR ORIGINAL

лощенного и рассеянного внутри следа. Однако видимая яркость следа будет зависеть от того, под каким углом его освещает Солнце. В облаке частиц происходит рассеяние света. Его производят частицы с $r \ll 1$ (молекулярное рассеяние Рэлея), $r \sim 1$ (дифракционное рассеяние Ми) и преломление и отражение по законам геометрической оптики в случае $r \gg 1$ (геометрическое рассеяние Френеля). Эти три вида рассеяния плавно переходят друг в друга: иногда в одном облаке можно одновременно получить все три вида рассеяния. В первом случае интенсивность рассеянного света F пропорциональна квадрату объема V частицы или a^3 , что следует из закона Рэлея $F = \frac{24\pi^5}{\lambda^4} V^2$.

$\left(\frac{n^2 - n_0^2}{n^2 + 2n_0^2} \right)^2$, где n и n_0 коэффициенты преломления частицы и воздуха. Изучая рассеяние света, удалось даже установить, какие молекулы газа вытянуты или сплюснуты. Центрами дифракционного рассеяния являются пылинки; оно является для нас основным фактором, определяющим оптические свойства пылевых следов, а так как a близко к λ , то малые изменения исходных параметров могут привести даже к противоположным результатам. Интенсивность рассеяния будет зависеть от диаграммы направленности, длины волны и некоторой степени радиуса. Это — известный нам случай из радиолокации, где размеры излучателя и длина волны одного порядка. Мы уже видели, что при $a = 1$ микрон $r = 11$, так что частицы будут считаться крупными для них геометрическое рассеяние дает 16,8% энергии, рассеиваемой назад и в стороны, тогда как 83,2% обогнет частицу и пройдет вперед. Поэтому пылевое облако вблизи Солнца будет особенно ярким; то же происходит на небе в сегменте зари. Таким образом, дифракционное рассеяние в нашем случае является основным. Если бы можно было измерить из двух пунктов по разным направлениям яркость облака, тогда, используя рассеяния, по соотношению яркостей можно было бы найти размер частиц пыли. Например, по Ф. Ф. Юдалевичу для синего света ($\lambda = 0,525$ микрон), то отношение для углов 160° и 20° равно 0,01. Изменение размера частиц всего в два раза увеличивает эту цифру в десятки раз, так что метод был бы очень точным. Совместное действие молекулярного и дифракционного рассеяния приводит к тому, что в законе Рэлея интенсивность рассеяния будет убывать пропорционально λ^{-2} , где $b < 4$. Наблюдая облако «на просвет», можно было бы найти общее поглощение света, хотя нужно помнить, что здесь действует также избирательное поглощение. В лучах одной волны прозрачность облака может быть совсем не такой, как в другом цвете. Шулескин доказал наличие максимума прозрачности при некоторой λ , например, для капелек воды в 1–2 микрона $\lambda = 0,490$ мк. У более крупных частиц, где рассеяние геометрическое, этого нет. Прозрачность пылевых облаков как из мелких, так и из крупных частиц увеличивается к красной части, что хорошо известно из применения светофильтров в биноклях и фотоаппаратах. Размеры частиц искусственных лабораторных дымов, включая сажу, обычно равны 1–2 микрон. У них поглощение наибольшее в видимом спектре. Более крупные частицы (2–14 микрон) рассеивают и ослабляют одинаково все длины волн. Здесь рассеяние пропорционально квадрату радиуса: таким образом переход от второй к шестой степени радиуса происходит плавно между $r = 6$ и 2, напр для $\lambda = 0,61$ при $a = 0,26 - 0,29$ и $0,31 - 0,35$ микрон $r = 2,8$ и $3,4$ и соответственно показатели 3,8 и 2,2. Для пылевых пылинок дело будет обстоять иначе. Интенсивность рассеянного света может быть пропорциональна их объему и

POOR ORIGINAL

зависеть от формы. В пылевых следах каменных метеоритов вероятно можно встретить большее разнообразие формы и размеров частиц, чем у железных метеоритов. К сожалению, оказывается невозможным, измеряя интенсивность облака, вычислить N и λ , и только для больших частиц, когда справедлив закон квадрата радиуса, это возможно, как доказали Траубер и Вернер. Это уже область геометрического рассеяния. Диаграммы рассеяния здесь также направлены вперед с коэффициентом направленности напр. для капли воды, равным 24, соотношение „назад: вперед“ попрежнему 0,168, рассеяние независимо от λ , что хорошо проверяется напр. на обычных облаках. На металлических шариках преломленная энергия по дотится и потому лепесток диаграммы рассеяния будет направлен не вперед, а назад, металлические шарики будут действовать как непрозрачные экраны. Таким образом, пылевые следы метеоритов каменных и железных, если они состоят из таких крупных частиц ($>2-3$ микрона), будут отличаться по виду: проектируясь на диск Солнца или Луны, они не создадут вокруг них таких ярких ореолов, как более мелкие частицы с дифракционным рассеянием. Действительно, при падении Сихотэ-Алинского метеорита „железное облако“ дало лишь поглощение солнечного света и потом его частичное окрашивание а для Тунгусского и других каменных метеоритов наблюдались радужные дифракционные явления в следе.

При малой концентрации или малом объеме облака происходит однократное рассеяние света и суммарное действие облака равно действию одной частицы, помноженному на число частиц. Если же концентрация велика и либо облако очень протяженное, то рассеяние света происходит после ряда отражений. Если частицы занимают $1:10^6$ всего объема, то хотя такое многократное рассеяние и имеется, но оно еще невелико. Так как пылевые следы обычно густы и непрозрачны, то приходится считать, что в них кроме основной массы частиц сравнительно крупных (напр., порядка 1 мк) присутствует еще малое по массе, но большое по количеству число субмикроскопических частиц, напр. с $a=0,1-0,01$ мк. В В. Шулейкиным доказано, что при сильном многократном рассеивании ослабление потока света идет не по показательному закону Ламберта $I=I_0 e^{-\lambda}$, а по гиперболическому $I=I_0 \cdot 4,5/d$, где d есть коэффициент рассеяния. Кроме того, происходит „осреднение“ спектрального состава и деполяризация. В целом пылевое облако оказывается вполне непрозрачным, белым, мало поляризованным. Вдобавок в нем сильно увеличивается поглощение, пропорциональное площади частиц (а не массе их). Частицы угля с $a=0,18$ мк в желтозеленых лучах $\lambda=0,50-0,70$ мк поглощают 20—15% по вычислению и опыту, общих же формул не существует. Если существует в видимом спектре область избирательного поглощения света, то пылевое облако окажется окрашенным. Мы обычно этого не наблюдаем очевидно потому, что в облаке присутствуют частицы разных размеров с разными областями поглощения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астапович И. С. — Большой Тунгусский метеорит. II. Результаты исследования Природа 40, № 3 11—23, 1951, англ-ра 59 назв. Стр. 14 — пылевой след Тунгусского метеорита, его причина
2. Ожиг — Навейшие успехи в изучении метеоров Природа 30, № 4, 8—27, 1911. Стр. 19—20. О пылевых облаках и космической атмосфере.

POOR ORIGINAL

3. Он же — Инструкции для наблюдений болидов. Бюлл. ВАО № 5 1940, стр. 8-14. Имеются указания и наблюдению газовых и пылевых следов.
4. Он же — Метеорные методы исследования стратосферы. Уч. зап. Сарат. ун-та. 15, в 3. Астр.-физ. 82-99, 1940. Стр. 89-90 первое определение размеров пылинки следа по дифракционным явлениям.
5. Ватопян Н. — Пыль. М.—Л., 1935, 80 стр. Обзор по атмосферной пыли.
6. Вейцер Ю. И., Лучинский А. Г. И. — Химия и физика маскирующих дымов. М.—Л. 1938, 320 стр. Отдельные главы излагают оптические явления в дымовом облаке, рассеяние и поглощение света на пылинках, устойчивость дымового облака и поведение его в атмосфере. Изд. 2, 1947 г.
7. Дебабов Д. Г. — Редкое зрелище — падение метеора Огонек 1944, № 1, стр. 12. Имеются 3 фотосада, описание неточно. Одна фотография в книге «Мастера фотографии», 1952, М.
8. Драверт П. Л. — Воздушные страхи Тобольска в старину. Отд. оттиск книги «Сибирские огни» Новосибирск 1940 г. Летописные данные о болидах 17-19 вв. и о их пылевых следах.
9. Джобс — Аэрозоли. М., 1929.
10. Известия Русск. астр. об-ва 7, № 7-9-12. Журнал общего собрания от 17. XII, 1898 г., сообщение С. П. Газисапа.
11. Крылов Е. Л. — Инструкции по наблюдению падений, поискам и сбору метеоритов. М.—Л., 1950, 32 стр. Имеются указания к наблюдениям положений следов болидов.
12. Козлов И. К. — Изв. Русск. геогр. об-ва 43, 215. Фотография следа болида.
13. Полатбеков П. Ф. — Исследование оптических свойств метеоритного вещества. Изв. АН Каз. ССР, сер. астр. и физ., в 3, 1948, стр. 42-41.
14. Саврухин А. И. — Исследование болида 1950 июня 23 и дрейфа его следа. Изв. АН Туркм. ССР № 7, 69-73, 1951, 1 фиг.
15. Святский Л. О. — Астрономические явления в русских летописях. Пг., 1915. Летописные данные о следах болидов 11-17 вв.
16. Фесенков В. Г. — Помутнение атмосферы, произведенное падением Тунгусского метеорита 30 июня 1908 г. Метеоритика 6, 8-12, 1949.
17. Он же — Обстоятельства падения Сихотэ-Алинского метеорита. Изв. АН Каз. ССР, сер. астр. и физ., в 3-11. Описание следа.
18. Падение метеорита в Приморской области. Изв. РОИМ 5, № 6 (14), 297-298, 1916. Описание следа метеорита Богуславки (Ред.).
19. Уайтлоу Грей, Петерсон — Дым. Исследования в области аэродисперсных систем. М.—Л., 1934, 172 стр. Гл. 13-рассеяние света дымом; гл. 14-электрические заряды в дыме.
20. Шифрин К. С. — Рассеяние света в мутной среде. М.—Л., 1911, 528 стр., лит. 128 назв. Лучший обзор вопроса.
21. Hoffmeister C. — Die Meteore 1907, 124 стр., Leipzig.
22. Nielsen A. — Medd. Ole Rømer obs., Aarhus, 23, 36, 1953. Фото пылевого следа болида 8. III 1951 г. в конусе вечерней зари.
23. Nüniger H. H. — Sky and Tel. 7, 12, 293-295, 1943. Две фотографии пылевого следа метеорита Нортона, падение 14. II 1943 г.
24. Olivier J. P. — Meteors, Balt. 1925, 276 стр. Глава 13-метеорные сады.
25. Union obs. Circ № 1, 1912, Капиталев. Фото пылевого следа 2. VI. 1912 г.
26. Malsch W. — Zts. ang. Meteor. 50, 325, 1933. Метеорные сады.
27. Hulbert E. — Publ. astr. Soc. Pac. 44, 178, 1932. Дрейф следов.
28. Kahlke, S. — Ann. d. Hydrogr. 1921, сентябрь. Смещение следов под действием воздушных течений.